

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**




 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : F02M 43/04, 47/02		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/21998
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:	17. August 1995 (17.08.95)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP95/00497		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 10. Februar 1995 (10.02.95)		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
(30) Prioritätsdaten:			
P 44 04 325.2      11. Februar 1994 (11.02.94)      DE P 44 25 339.7      18. Juli 1994 (18.07.94)      DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE]; D-88040 Friedrichshafen (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHÖNFELD, Dieter [DE/DE]; Am Ramsberg 30, D-88677 Markdorf (DE). BÄCHLE, Bernhard [DE/DE]; Königsberger Strasse 9, D-88045 Friedrichshafen (DE). FREITAG, Martin [DE/DE]; Saint-Dié-Strasse 25, D-88045 Friedrichshafen (DE). GUTH, Torsten [DE/DE]; Kaakstedter Strasse 23, D-17268 Gerswalde (DE).			

(54) Title: INJECTION SYSTEM

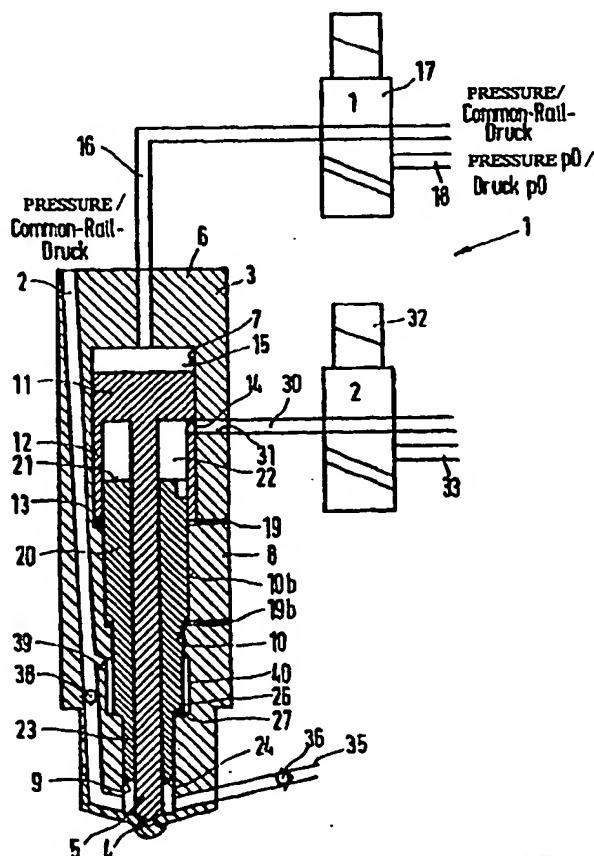
(54) Bezeichnung: EINSPRITZSYSTEM

(57) Abstract

An injection system for intermittently supplying a fuel-liquid mixture to combustion chambers of an internal combustion engine has a common rail accumulator. Lines (16, 30) lead to control chambers (15, 22) of the injection valves (1), the control chamber (15) being connected alternatively to the common rail accumulator or a line (18) with a pressure  $p_0$  or a line with a pressure  $p_1$  in order to control the amount of mixture injected. The control chamber (22) is alternatively connected to the common rail accumulator or a line with a pressure  $p_2$  or a line (33) with a pressure  $p_0$  in order to control the liquid portion of the amount injected.

(57) Zusammenfassung

Einspritzsystem zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch in Brennräume einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail Druckspeicher. Leitungen (16, 30) führen zu Steuerräumen (15, 22) der Einspritzventile (1). Steuerraum (15) ist zur Steuerung der Einspritzmengen des Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisches wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung (18) mit einem Druck  $p_0$  oder einer Leitung mit einem Druck  $p_1$  verbunden. Steuerraum (22) ist zur Steuerung des Flüssigkeitsanteils der Einspritzmenge wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher bzw. einer Leitung mit dem Druck  $p_2$  oder einer Leitung (33) mit dem Druck  $p_0$  verbunden.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauritanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

1

## Einspritzsystem

5

Die Erfindung betrifft Einspritzsysteme zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemischen in Brennräume einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1, 5, 16 und Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen Einspritzsysteme gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 8, 9, 15, 21.

10

Zur Absenkung der Schadstoffemissionen im Abgas und zur Absenkung des Kraftstoffverbrauchs von Dieselmotoren kann Flüssigkeit mit dem Kraftstoff in die Brennräume des Dieselmotors eingespritzt werden, wobei die Lebensdauer der Einspritzpumpe durch Korrosion und Kavitation stark verkürzt wird, wenn Flüssigkeit und Kraftstoff vor der Einspritzpumpe gemischt werden.

15

20

Aus der US-C 5 174 247 ist es bekannt, Kraftstoff und Wasser gemeinsam über ein Einspritzventil in einen Zylinder eines Dieselmotors einzuspritzen. Eine Kraftstoff- und eine Flüssigkeitszufuhrleitung zu einem Einspritzventil werden abwechselnd geöffnet und geschlossen, so daß ein geschichtetes Kraftstoff-Wassergemisch im Einspritzventil gebildet wird.

25

Aus der EP-C 0 064 146 ist es bekannt, zwei Brennstoffe durch ein Einspritzventil in einen Zylinder einer Brennkraftmaschine einzuspritzen. Beide Brennstoffe werden dem Einspritzventil getrennt zugeführt und treffen erst im Bereich einer Spitze eines Ventilglieds aufeinander. Innerhalb des Einspritzventils ist ein Kolben vorgesehen, der mit der Spitze des Ventilglieds in Verbindung steht und zwischen Einspritzungen eine Druckabsenkung bewirkt, indem er zusätzliches Volumen vor dem Einspritzöffnung schafft.

30

35

Herkömmliche Kraftstoffeinspritzsysteme, wie sie in den beiden obengenannten Schriften offenbart sind, erzeugen den nötigen Hochdruck für die Kraftstoffzufuhr in die Brennräume von Brennkraftmaschinen, wie z.B. Dieselmotoren, mit Pumpen, die von den Brennkraftmaschinen direkt angetrieben sind. Bei niedriger Motordrehzahl kann die Pumpenleistung ungenügend, und die Kraftstoffeinspritzung ungenau werden, was zu Leistungsverlusten und erhöhten Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine führt.

1 Sogenannte Common-Rail Systeme, mit einer zentralen Pumpe zur Förderung des  
Kraftstoffs in Hochdruckspeicher, sogenannte Common-Rail Druckspeicher, und von da  
kontinuierlich, stoßfrei über Leitungen zu den Einspritzventilen, entkoppeln die  
Einspritzung von Druckschwankungen, die bei herkömmlichen, von den Motoren direkt  
5 angetriebenen Pumpen bei großen Drehzahlunterschieden auftreten.

Bekannt ist ein Common-Rail Einspritzsystem (s. The electronically controlled dynamic  
rail injection system (DIS), Ganser-Hydromag), bei dem aus einem Kraftstoffreservoir  
mittels einer Hochdruckpumpe Kraftstoff in ein großvolumiges Leitungssystem  
10 gefördert wird, das mit Einspritzventilen verbunden ist. Die Einspritzventile sind mit  
hydraulischem Druck betätigbar, wobei elektromagnetische Ventile das Öffnen und  
Schließen der Einspritzventile in Abhängigkeit von Betriebsparametern der  
Brennkraftmaschine steuern. Ein Nachteil dieses Einspritzsystems ist, daß der von der  
Pumpe erzeugte hohe Druck über die gesamte Länge der Leitungen bis zu den  
15 Einspritzöffnungen der Einspritzventile anliegt, auch wenn keine Einspritzung erfolgt,  
und daher Leckage des Kraftstoffs beispielsweise sowohl an den Verbindungsstücken  
der Leitungen als auch an den geschlossenen Einspritzöffnungen vorbei in die  
Brennräume auftreten kann. Weiterhin gibt dieser Stand der Technik keinen Hinweis  
darauf, wie eine Flüssigkeit, wie z.B. Flüssigkeit oder Methanol, zusätzlich in den  
20 Kraftstoff vor die Einspritzöffnungen gebracht werden kann. Problematisch ist die  
Schmierung, sowie die Auswahl der Werkstoffe, die Korrosion und Kavitation von  
Pumpen, die geeignet sind, einen konstanten, auf oder oberhalb des Kraftstoffdrucks  
liegenden Flüssigkeitsdruck zu erzeugen.

25 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Einspritzsystem zur intermittierenden Zufuhr von  
Kraftstoff-Flüssigkeitsgemischen in Brennräume einer Brennkraftmaschine und ein  
Verfahren zum Betrieb dieses Einspritzsystems zur intermittierenden Zufuhr von  
Kraftstoff-Flüssigkeitsgemischen zu schaffen, das den Verschleiß der Pumpen reduziert,  
Druckschwankungen der Pumpen von den Einspritzventilen fernhält, und Leckage  
30 vermeidet.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt mit einem Einspritzsystem zur intermittierenden  
Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemischen in Brennräume einer Brennkraftmaschine  
mit den Merkmalen der Ansprüche 1, 5, 16 und Verfahren zum Betrieb eines  
35 Einspritzsystems zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemischen in  
Brennräume einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen der Ansprüche 8, 9, 15, 21.  
Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen dargestellt.

1 Gemäß der Erfindung enthält ein Einspritzsystem hydraulisch betätigte Einspritzventile,  
die von einem Common-Rail Druckspeicher mit Druck beaufschlagt werden, wobei in  
jedem Einspritzventil ein Ventilglied und ein Kolben einen Steuerraum und das  
Ventilglied mit einem Gehäuse des Einspritzventils einen weiteren Steuerraum bilden.  
5 Beide Steuerräume sind über schaltbare Ventile wahlweise mit dem Common-Rail  
Druckspeicher oder einer Niederdruckleitung verbunden. Flüssigkeit, vorzugsweise  
Wasser oder Methanol, wird dem Einspritzventil über eine Leitung vor die  
Einspritzöffnung und Kraftstoff dem Einspritzventil über eine weitere Leitung mit  
Common-Rail Druck zugeführt. Gemäß der Erfindung wird die Einspritzmenge von den  
10 Schaltstellungen des Ventils für den Steuerraum, den das Ventilglied mit dem Gehäuse  
bildet, bestimmt.

Der Anteil an Flüssigkeit pro Einspritzung wird gemäß der Erfindung mit einem  
vorzugsweise elektromagnetischen 3/2 Wegeventil zur schaltbaren Verbindung des  
15 Steuerraums zwischen Kolben und Ventilglied mit dem Common-Rail Druckspeicher,  
oder der Niederdruckleitung genau bestimmt.

Die separate Zufuhr von Flüssigkeit bei reduziertem Druck vor die Einspritzöffnung des  
Einspritzventils erfolgt erfindungsgemäß mit einem zusätzlichen Ventil, das durch das  
20 Zusammenwirken des Kolbens mit dem Gehäuse des Einspritzventils innerhalb des  
Einspritzventils gebildet wird, und einem Rückschlagventil in einer  
Kraftstoffzufuhrleitung genau dosierbar, wobei mit der erfindungsgemäßen Anordnung  
eines Rückschlagventils in der Leitung für die separate Flüssigkeitszufuhr  
Kraftstoffgemisch gehindert wird, durch die Leitung für die separate Flüssigkeitszufuhr  
25 abzufließen.

Der Kolben und eine Bohrung im Gehäuse des Einspritzventils des erfindungsgemäßen  
Einspritzsystems können wahlweise mit einer zusätzlichen Abstufung und das Gehäuse  
mit einer zusätzlichen Leckölbohrung versehen sein.

30 Bei einem zweiten Einspritzsystem gemäß der Erfindung wird das Kraftstoff-  
Flüssigkeitsgemisch in einer gemeinsamen Leitung vor die Einspritzöffnung gefördert.  
Die Flüssigkeitsmenge pro Einspritzung ist abhängig von der Einspritzdauer.

35 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen zweiten Einspritzsystems  
bildet das Ventilglied mit dem Gehäuse das schaltbare Ventil für den Steuerraum  
zwischen Ventilglied und Kolben, und die Bewegungen des Ventilglieds relativ zum

1 Gehäuse bestimmen den Druck im Steuerraum. Die Dauer des Anliegens eines reduzierten Drucks bestimmt die zugeführte Kraftstoffmenge.

5 Eine Feder zwischen Ventilglied und Gehäuse verbessert erfindungsgemäß das dynamische Verhalten des Einspritzventils des erfindungsgemäßen zweiten Einspritzsystems.

Verfahren zum Betrieb der o.g. erfindungsgemäßen Einspritzsysteme sind gemäß der Erfindung durch Betätigen zweier Ventile besonders einfach und sicher zu steuern.

10 Erfindungsgemäß weist ein drittes Einspritzsystem hydraulisch betätigte Einspritzventile auf, die von einem Common-Rail Druckspeicher mit Druck beaufschlagt werden, wobei in jedem Einspritzventil ein Ventilglied und ein Kolben einen Steuerraum und das Ventilglied mit einem Gehäuse des Einspritzventils einen Steuerraum bilden. Der  
15 Steuerraum zwischen Ventilglied und Kolben ist über ein schaltbares Ventil wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung mit einem Kraftstoffdruck  $p_0$  verbunden. Der Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse ist über ein schaltbares Ventil wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung mit einem Kraftstoffdruck  $p_2$  verbunden. Flüssigkeit mit einem Druck  $p_1$  wird dem Einspritzventil  
20 über eine separate Leitung vor die Einspritzöffnung zugeführt. Die Schaltstellungen des Ventils für den Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse bestimmen die Einspritzmenge, und die Schaltstellungen des Ventils für den Steuerraum zwischen Ventilglied und Kolben bestimmen die einzuspritzende Flüssigkeitsmenge.

25 Erfindungsgemäß wird dem Einspritzventil des dritten Einspritzsystems über ein Ventil Kraftstoff wahlweise mit Common-Rail Druck oder Kraftstoffdruck  $p_2$  zugeführt.

Die separate Flüssigkeitszufuhr bei reduziertem Druck  $p_1$  vor die Einspritzöffnung des Einspritzventils des erfindungsgemäßen dritten Einspritzsystems erfolgt mit einem  
30 zusätzlichen Ventil, das durch das Zusammenwirken der äußeren kegelförmigen Schenkel des Ventilglieds mit dem Gehäuse des Einspritzventils innerhalb des Einspritzventils gebildet wird, und einem Rückschlagventil in der Kraftstoffzufuhrleitung genau dosierbar, wobei mit der Anordnung eines Rückschlagventils in der Leitung für die Flüssigkeitszufuhr Kraftstoffgemisch gehindert  
35 wird, durch die Leitung für die separate Flüssigkeitszufuhr abzufließen.

Eine Drossel zwischen dem 3/2 Wege-Ventil und dem Steuerraum zwischen Ventilglied



1 und Kolben unterdrückt gemäß der Erfindung Bewegungen des Kolbens relativ zum Ventilglied.

5 Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung des dritten Einspritzsystems weist die Erfindung ein 4/2 Wege-Ventil auf, das so angeordnet ist, daß entweder die Kraftstoffzufuhrleitung mit der Leitung mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  und der Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse mit dem Common-Rail Druckspeicher oder die Kraftstoffzufuhrleitung mit dem Common-Rail Druckspeicher und der Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse mit der Leitung mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  verbunden ist. Ein Verfahren zum Betrieb des erfindungsgemäßen dritten Einspritzsystems ist durch Betätigen zweier Ventile besonders einfach und sicher zu steuern.

15 Ein viertes Einspritzsystem gemäß der Erfindung enthält hydraulisch betätigte Einspritzventile, wobei in jedem Einspritzventil ein Ventilglied mit einem Gehäuse des Einspritzventils einen Steuerraum bildet. Der Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse ist über ein schaltbares Ventil wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung mit einem Kraftstoffdruck  $p_0$  verbunden. Ein Kolben in einem Verdrängergehäuse bildet mit diesem einen oberen und einen unteren Steuerraum. Der untere Steuerraum und vorzugsweise auch der obere Steuerraum können über ein schaltbares Ventil wechselweise mit dem Druck  $p_0$  oder einem Druck  $p_2$  beaufschlagt werden. Ist der untere Steuerraum mit dem Druck  $p_2$  beaufschlagt, bewegt sich der Kolben von einer unteren in eine obere Stellung im Verdrängergehäuse, so daß über eine Verbindung mit der Kraftstoffzufuhrleitung der Druck vor der Einspritzöffnung im Einspritzventil abgesenkt wird, und Flüssigkeit dem Einspritzventil über eine separate Leitung vor die Einspritzöffnung zufließen kann. Die Schaltstellungen des Ventils für den Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse bestimmen die Einspritzmenge, und die des Ventils für die Steuerräume zwischen Verdrängergehäuse und Kolben bestimmen die einzuspritzende Flüssigkeitsmenge.

30 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung dieses vierten Einspritzsystems ist nur der untere Steuerraum zwischen Kolben und Verdrängergehäuse mit Druck  $p_2$  oder Druck  $p_0$  beaufschlagt und eine Feder drückt den Kolben kontinuierlich in eine untere Stellung im Verdrängergehäuse, so daß der Druck im oberen Steuerraum gleich dem Umgebungsdruck sein kann.

35 Gemäß einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung des vierten Einspritzsystems ist der Druck im Steuerraum zwischen Ventilglied und Gehäuse und in der

1 Kraftstoffzufuhrleitung von einem 4/2 Wege-Ventil gesteuert. Eine Bypassleitung zur Verbindungsleitung vom Ventil zur Kraftstoffzufuhrleitung und Rückschlagventile sind in der Bypass- und in der Verbindungsleitung vom Ventil zur Kraftstoffzufuhrleitung enthalten.

5 Eine Kombination der beiden vorhergenannten Ausgestaltungen dieses vierten Einspritzsystems ergibt eine weitere bevorzugte Variante der Erfindung. Ein Verfahren zum Betrieb des vierten erfindungsgemäßen Einspritzsystems ist mit zwei Ventilen besonders einfach und sicher zu steuern.

10 Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen dargestellt. Es zeigt:

Fig. 1 einen Querschnitt durch ein Einspritzsystem in einer Phase 1,

15 Fig. 2 einen Querschnitt durch ein Einspritzsystem in einer Phase 3,

Fig. 3 einen Querschnitt durch ein Einspritzsystem in einer Phase 4,

20 Fig. 4 einen Querschnitt durch ein modifiziertes Einspritzsystem in einer Phase 5,

Fig. 5 einen Querschnitt durch ein zweites Einspritzsystem in einer Phase 1,

Fig. 6 einen Querschnitt durch ein zweites Einspritzsystem in einer Phase 2,

25 Fig. 7 einen Querschnitt durch ein zweites Einspritzsystem in einer Phase 4,

Fig. 8 einen Querschnitt durch ein drittes Einspritzsystem in einer Phase 1,

30 Fig. 9 einen Querschnitt durch ein drittes Einspritzsystem in einer Phase 2,

Fig. 10 einen Querschnitt durch ein drittes Einspritzsystem in einer Phase 3,

Fig. 11 einen Querschnitt durch ein viertes Einspritzsystem in einer Phase 1,

35 Fig. 12 einen Querschnitt durch ein viertes Einspritzsystem in einer Phase 2,

Fig. 13 einen Querschnitt durch ein viertes Einspritzsystem in einer Phase 3,

1 Fig. 14 einen Querschnitt durch eine vorteilhafte Ausgestaltung dieses vierten Einspritzsystems, und

5 Fig. 15 einen Querschnitt durch eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung dieses vierten Einspritzsystems, und

Fig. 16 einen Querschnitt durch eine Kombination der beiden vorgenannten Ausgestaltungen dieses vierten Einspritzsystems.

10 Fig. 1-3 stellen jeweils einen Querschnitt dar durch ein erfindungsgemäßes Einspritzventil 1 eines Common-Rail Systems (nicht dargestellt) dessen Einspritzvorgang in fünf Phasen erfolgt. Einspritzventil 1 ist eines von mehreren Einspritzventilen (nicht dargestellt) des erfindungsgemäßen Einspritzsystems für eine  
15 mehrzylindrische Brennkraftmaschine (nicht dargestellt), insbesondere einen Dieselmotor.

Von einem Common-Rail Druckspeicher (nicht dargestellt) des erfindungsgemäßen Einspritzsystems, in dem z. B. Kraftstoff bei hohem Druck  $p_{cr}$ , z.B.  $p_{cr} = 1200-1500$  bar, gespeichert ist, führt eine Leitung 2 zum Einspritzventil 1.  
20

Das Einspritzventil 1 weist ein Gehäuse 3 mit mindestens einer Einspritzöffnung 4 und einem rotationssymmetrischen Ventiltglied 5 auf. In Richtung einer Längsachse des Gehäuses 3 ist das Ventiltglied 5 zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung 4 verschieblich im Gehäuse 3 gelagert.  
25

Das Gehäuse 3 ist vorzugsweise zweiteilig. In einem von der Einspritzöffnung 4 abgewandten Teil 6 weist das Gehäuse 3 eine zentrale Bohrung 7 mit einem Durchmesser a auf.

30 Ein Teil 8 des Gehäuses 3, das auch die Einspritzöffnung 4 enthält, weist in einem unteren, der Einspritzöffnung 4 benachbarten Abschnitt eine zentrale Bohrung 9 mit dem Durchmesser b, und in einem mittleren, dem Teil 6 zugewandten Abschnitt eine zentrale Bohrung 10 mit dem Durchmesser c auf. Zwischen der zentralen Bohrung 10 und der zentralen Bohrung 7 ist eine zentrale Bohrung 10b mit einem Durchmesser d  
35 angebracht. Durchmesser d ist kleiner als Durchmesser a und größer als Durchmesser c. Durchmesser a ist größer als Durchmesser b, und Durchmesser b kleiner als Durchmesser c. Eine Leckölbohrung 19 ist am Übergang von Teil 6 zu Teil 8 des

1      Gehäuses 3 enthalten. Eine Leckölbohrung 19b ist am Übergang von Durchmesser d zu Durchmesser c im Gehäuse 3 enthalten.

5      Ventilglied 5 weist an seiner der Einspritzöffnung 4 abgewandten Seite ein kolbenförmiges Endstück 11 auf, mit dem das Ventilglied 5 in der Bohrung 7 des Teils 6 des Gehäuses 3 geführt ist. Das kolbenförmige Endstück 11 stellt im Querschnitt ein zur Einspritzöffnung 4 geöffnetes E dar, dessen äußere Schenkel 12 auf einem ebenen Absatz 13 anliegen können, den das Teil 8 mit dem Teil 6 des Gehäuses 3 bildet. Eine radial gerichtete Bohrung 14 ist im äußeren Schenkel 12 des kolbenförmigen Endstücks 11 angebracht.

10      In der Bohrung 7 des Teils 6 bildet das kolbenförmige Endstück 11 des Ventilglieds 5 mit dem Gehäuse 3 einen Steuerraum 15, in den eine Leitung 16 mündet, die den Steuerraum 15 über ein elektromagnetisches 3/2 Wegeventil 17 mit dem Common-Rail Druckspeicher oder mit einer Niederdruckleitung 18 verbindet.

15      Einspritzventil 1 enthält einen Kolben 20 in der Form eines Hohlkolbens, der coaxial zum Ventilglied 5 angeordnet ist. Das kolbenförmige Endstück 11 und die äußeren Schenkel 12 des Ventilglieds 5 schließen mit einer Stirnfläche 21 des Kolbens 20 einen Steuerraum 22 ein. Kolben 20 weist einen konstanten Innendurchmesser auf und ist flüssigkeitsdicht am Ventilglied 5 verschieblich geführt.

20      Der Außendurchmesser des Kolbens 20 ist stufenförmig, wobei der Kolben 20 an einem der Einspritzöffnung 4 zugewandten Teil 23 kleineren Durchmessers eine zylindrische Stirnfläche 24 und auf der dem kolbenförmigen Endstück 11 zugewandten Seite eine zylindrische Stirnfläche 21 größeren Durchmessers aufweist. Kolben 20 ist in den zentralen Bohrungen 9, 10, 10b im Gehäuse 3 eng anliegend geführt, so daß keine Flüssigkeit zwischen Kolben 20 und Gehäuse 3 passieren kann. Kolben 20 weist an seinem Außenumfang einen Anschlag 26 auf, der mit einem Ventilsitz 27 im Teil 8 des Gehäuses 3 zusammenwirkt.

25      Eine Leitung 30 mündet in eine radial gerichtete Bohrung 31 des Teils 6 des Gehäuses 3. Leitung 30 enthält ein elektromagnetisches 3/2 Wege-Ventil 32, das die Leitung 30 entweder mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Niederdruckleitung 33 verbindet.

30      Nahe der Einspritzöffnung 4 mündet eine Leitung 35, in die aus einem Reservoir (nicht

1 dargestellt) Flüssigkeit in das Einspritzventil 1 gefördert wird. Leitung 35 enthält ein Rückschlagventil 36, das Abfließen von Kraftstoffgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 durch die Leitung 35 verhindert.

5 In Leitung 2 ist ein Rückschlagventil 38 enthalten, das die Zufuhr von Kraftstoff durch Leitung 2 zur Einspritzöffnung 4 verhindert, und das Abfließen aus dem Bereich direkt vor der Einspritzöffnung 4 in Richtung der Leitung 2 ermöglicht. Vor dem Rückschlagventil 38 zweigt von der Leitung 2 eine Bohrung 39 im Teil 8 des Gehäuses 3 ab, die in eine ringförmige Kammer 40 innerhalb der zentralen Bohrung 10 mündet. Teil 23 des Kolbens 20 wirkt mit dem Gehäuse 3 als Ventil und steuert den Zufluß von Kraftstoff aus der Leitung 2 vor die Einspritzöffnung 4.

10 Fig. 4 stellt einen Querschnitt dar durch ein modifiziertes erfindungsgemäßes Einspritzventil 25 eines Common-Rail Systems (nicht dargestellt). Konstruktive Merkmale des Einspritzventils 25 gemäß Fig. 4, die den Merkmalen des Einspritzventils 1 gemäß Fig. 1-3 entsprechen, haben die gleichen Bezugszeichen.

15 Das Teil 8 des Gehäuses 3, das auch die Einspritzöffnung 4 enthält, weist in dem unteren, der Einspritzöffnung 4 benachbarten Abschnitt eine zentrale Bohrung 9 mit dem Durchmesser b, und in einem mittleren, dem Teil 6 zugewandten Abschnitt eine zentrale Bohrung 10 mit dem Durchmesser c auf. Durchmesser a ist größer als Durchmesser b, und Durchmesser b kleiner als Durchmesser c. Eine Leckölbohrung 19 ist am Übergang von Teil 6 zu Teil 8 des Gehäuses 3 enthalten.

20 Einspritzventil 1 enthält einen Kolben 20 in der Form eines Hohlkolbens, der coaxial zum Ventilglied 5 angeordnet ist. Das kolbenförmige Endstück 11 und die äußeren Schenkel 12 des Ventilglieds 5 schließen mit einer Stirnfläche 21 des Kolbens 20 einen Steuerraum 22 ein. Kolben 20 weist einen konstanten Innendurchmesser auf und ist flüssigkeitsdicht am Ventilglied 5 verschieblich geführt.

25 Der Außendurchmesser des Kolbens 20 ist stufenförmig, wobei der Kolben 20 an einem der Einspritzöffnung 4 zugewandten Teil 23 kleineren Durchmessers eine zylindrische Stirnfläche 24 und auf der dem kolbenförmigen Endstück 11 zugewandten Seite eine zylindrische Stirnfläche 21 größeren Durchmessers aufweist. Kolben 20 ist in den zentralen Bohrungen 9, 10 im Gehäuse 3 eng anliegend geführt, so daß keine Flüssigkeit zwischen Kolben 20 und Gehäuse 3 passieren kann. Kolben 20 weist an seinem Außenumfang einen Anschlag 26 auf, der mit einem Ventilsitz 27 im Teil 8 des Gehäuses 3 zusammenwirkt.

# Verfahren zum Betrieb des erfindungsgemäßen Einspritzsystems

Kraftstoff ist während des Betriebs der Brennkraftmaschine kontinuierlich mit hohem Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher in der Leitung 2 und Flüssigkeit kontinuierlich mit einem vorzugsweise niedrigeren, einstellbaren Druck in der Leitung 35 der Einspritzventile 1, 25 vorrätig.

In Fig. 1-3 sind die wesentlichen Phasen für den Einspritzvorgang des Einspritzventils 1 dargestellt.

Fig. 1: In einer Phase 1 ist Ventil 17 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, und Ventiltglied 5 wird von dem Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so daß keine Einspritzung von Einspritzventil 1 stattfindet.

Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3 liegen übereinander und über Ventil 32 ist Steuerraum 22 ebenfalls mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden, so daß der Anschlag 26 des Kolbens 20 auf den Ventilsitz 27 in der ringförmigen Kammer 40 gedrückt wird, und der Zufluß von Kraftstoff durch die Leitung 2 vor die Einspritzöffnung 4 von dem auf den Ventilsitz gepreßten Anschlag 26, von dem Teil 23 des Kolbens 20 und vom Rückschlagventil 38 verhindert wird.

Phase 2: Ventil 17 ist in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, und Ventiltglied 5 wird von dem Druck auf das kolbenförmige Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 des Einspritzventils 1 gepreßt (s. Fig. 2).

Ventil 32 verbindet über die Leitung 30 und die Bohrungen 14, 31 den Steuerraum 22 mit der Niederdruckleitung 33. Flüssigkeit aus der Leitung 35 liegt mit niedrigerem Druck als dem Druck im Common-Rail Druckspeicher und höherem Druck als in der Niederdruckleitung 33 vor der Einspritzöffnung 4 an. Kolben 20 hebt mit Anschlag 26 vom Ventilsitz 27 ab und vergrößert das Volumen vor der Einspritzöffnung 4 im Einspritzventil 1, so daß Flüssigkeit aus der Leitung 35 vor die Einspritzöffnung 4 gelangen kann. Die Schaltzeit von Ventil 32 bestimmt die Flüssigkeitsmenge im Einspritzventil 1. Der Kraftstoffzufluß aus Leitung 2 vor die Einspritzöffnung 4 wird vom Rückschlagventil 38 und Teil 23 des Kolbens 20 verhindert.

Fig. 2: In einer Phase 3 sind Ventil 17 und Ventil 32 in der Stellung aus Phase 2 und Kolben 20 gelangt in Anschlag an das kolbenförmige Endstück 11 des Ventilglieds 5. Die Zufuhr von Flüssigkeit vor die Einspritzöffnung 4 aus der Leitung 35 ist beendet. Das Ventilglied 5 hält die Einspritzöffnung 4 verschlossen und Teil 23 des Kolbens 20 und Rückschlagventil 38 verhindern die Zufuhr von Kraftstoff zur Einspritzöffnung 4.

Fig. 3: In einer Phase 4 ist Ventil 17 in einer Stellung in der Steuerraum 15 mit der Niederdruckleitung 18 verbunden ist, und Ventilglied 5 hebt unter dem Druck aus der Leitung 35 auf die Stirnfläche 24 des Kolbens 20 und dem Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher auf die Stirnfläche des Ventilglieds 5 an der Einspritzöffnung 4 ab. Der untere Teil 23 des Kolbens 20 gibt den Durchgang von der ringförmigen Kammer 40 zu der Einspritzöffnung 4 frei, so daß Kraftstoff aus der Leitung 2 mit dem vor der Einspritzöffnung 4 vorrätigen Flüssigkeit in den Brennraum (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine eingespritzt wird. Die Schaltzeit von Ventil 17 bestimmt die Einspritzmenge. Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 des Ventilglieds 5 ist von der Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3 getrennt.

Phase 5: Ventil 17 und Ventil 32 sind in derselben Stellung wie in Phase 1 (s. Fig. 1). Ventilglied 5 wird von dem Common-Rail Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so daß die Einspritzung durch Einspritzventil 1 abgeschlossen ist. Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 des Ventilglieds 5 ist mit Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3 verbunden, und Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher wirkt auf Kolben 20, der sich auf die Einspritzöffnung 4 zu bewegt. Kraftstoff aus der Kammer 40 wird über die Bohrung 39 und Kraftstoff aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 wird an dem Rückschlagventil 38 vorbei in die Leitung 2 gedrückt. Rückschlagventil 36 verhindert den Rückfluß des Gemisches aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 in Leitung 35.

Das Verfahren für das modifizierte erfindungsgemäße Einspritzventil 25 stimmt in den ersten 4 Phasen mit dem anhand Fig. 1-3 für Einspritzventil 1 beschriebenen Verfahren überein.

Bei Einspritzventil 25 schaltet in einer Phase 5 (s. Fig. 4) jedoch zunächst erst das Ventil 32 auf die Leitung zum Common-Rail Druckspeicher um. Ventilglied 5 ist noch von der Einspritzöffnung 4 abgehoben, so daß die Einspritzung durch Einspritzventil 25 andauert. Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 des Ventilglieds 5 ist mit Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3 verbunden, und Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher wirkt auf Kolben 20, der sich auf die Einspritzöffnung 4 zu bewegt.

1 Kraftstoff aus der Kammer 40 wird über die Bohrung 39 und Kraftstoff aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 wird durch Einspritzöffnung 4 in die Brennräume eingespritzt.

5 In einer Phase 6 des modifizierten erfindungsgemäßen Einspritzventil 25 sind Ventil 17 und Ventil 32 in derselben Stellung wie in Phase 1 (s. Fig. 1). Ventilglied 5 wird von dem Common-Rail Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so daß die Einspritzung durch das modifizierte erfindungsgemäße Einspritzventil 25 beendet ist. Bohrung 14 im kolbenförmigen  
10 Endstück 11 des Ventilglieds 5 ist mit Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3 verbunden, und Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher wirkt auf Kolben 20, der sich auf die Einspritzöffnung 4 zu bewegt. Kraftstoff aus der Kammer 40 wird über die Bohrung 39 und Kraftstoff aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 wird an dem Rückschlagventil 38 vorbei in die Leitung 2 gedrückt. Rückschlagventil 36 verhindert  
15 den Rückfluß des Gemisches aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 in Leitung 35.

Fig. 5-7 stellen einen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes zweites Einspritzsystem 41 eines Common-Rail Systems (nicht dargestellt) während eines Einspritzvorgangs in mehreren Phasen dar. Entsprechende Elemente des alternativen erfindungsgemäßen Einspritzventils 41 sind mit den Bezugszeichen für das in Fig. 1-3 beschriebene  
20 Einspritzventil 1 versehen.

Einspritzventil 41 weist ein Gehäuse 3 mit mindestens einer Einspritzöffnung 4 und einem rotationssymmetrischen Ventilglied 5 auf. In Richtung einer Längsachse des Gehäuses 3 ist das Ventilglied 5 zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung 4 verschieblich im Gehäuse 3 gelagert.  
25

Das Gehäuse 3 ist vorzugsweise zweiteilig. In einem von der Einspritzöffnung 4 abgewandten Teil 6 weist das Gehäuse 3 eine zentrale Bohrung 7 mit einem Durchmesser a, in einem Teil 8 des Gehäuses 3, das auch die Einspritzöffnung 4  
30 enthält, in einem unteren, der Einspritzöffnung 4 benachbarten Abschnitt des Teils 8, eine zentrale Bohrung 9 mit dem Durchmesser b, und in einem mittleren, dem Teil 6 zugewandten Abschnitt des Teils 8, eine zentrale Bohrung 10 mit dem Durchmesser c auf. Durchmesser a ist größer als Durchmesser b oder c, und Durchmesser b kleiner als  
35 Durchmesser c.

Ventilglied 5 weist an seiner der Einspritzöffnung 4 abgewandten Seite ein kolbenförmiges Endstück 11 auf, mit dem das Ventilglied 5 in der Bohrung 7 des Teils



1 6 des Gehäuses 3 geführt ist. Das kolbenförmige Endstück 11 stellt im Querschnitt ein  
zur Einspritzöffnung 4 geöffnetes E dar, dessen äußere Schenkel 12 auf einem ebenen  
Absatz 13 anliegen können, den das Teil 8 mit dem Teil 6 des Gehäuses 3 bildet.  
Zwischen den äußeren Schenkeln 12 des kolbenförmigen Endstücks 11 und dem ebenen  
5 Absatz 13 des Gehäuses 3 wirkt in axialer Richtung eine Druckfeder 42. Eine radial  
gerichtete Bohrung 14 und in derselben Winkellage eine weitere radial gerichtete  
Bohrung 43 in axialer Richtung zur Einspritzöffnung 4 versetzt, sind im Schenkel 12  
des kolbenförmigen Endstücks 11 angebracht. Das kolbenförmige Endstück 11 des  
Ventilglieds 5 bildet in Bohrung 7 des Teils 6 mit dem Gehäuse 3 einen Steuerraum 15,  
10 in den eine Leitung 16 mündet, die Steuerraum 15 über ein elektromagnetisches 3/2  
Wegeventil 17 mit dem Common-Rail Druckspeicher oder mit einer Niederdruckleitung  
18 verbindet.

15 Einspritzventil 41 enthält einen Kolben 20 in der Form eines Hohlkolbens, der coaxial  
zum Ventilglied 5 angeordnet ist. Das kolbenförmige Endstück 11' des Ventilglieds 5  
schließt mit einer Stirnfläche 21 des Kolbens 20 einen Steuerraum 22 ein. Kolben 20  
weist einen konstanten Innendurchmesser auf und ist flüssigkeitsdicht am Ventilglied 5  
verschieblich geführt.

20 Der Außendurchmesser des Kolbens 20 ist stufenförmig, wobei der Kolben 20 an einem  
der Einspritzöffnung 4 zugewandten Teil 23 kleineren Durchmessers eine zylindrische  
Stirnfläche 24 und auf der dem kolbenförmigen Endstück 11 zugewandten Seite eine  
zylindrische Stirnfläche 21 größeren Durchmessers aufweist. Kolben 20 ist in den  
zentralen Bohrungen 9, 10 im Gehäuse 3 eng anliegend geführt, so daß keine  
25 Flüssigkeit zwischen Kolben 20 und Gehäuse 3 passieren kann. Kolben 20 stützt sich an  
seinem Außenumfang über einen Anschlag 26 auf einer Feder 45 ab, die sich wiederum  
auf einen Anschlag 46 im Gehäuse 3 des Einspritzventils 41 stützt.

30 Eine Leitung 30 mündet in eine radial gerichtete Bohrung 31 des Teils 6 des Gehäuses 3.  
Leitung 30 ist mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden. Eine Leitung 47  
mündet in eine radial gerichtete Bohrung 49 des Teils 6 des Gehäuses 3. Leitung 47 ist  
vorzugsweise über eine Drossel 48 mit einer Niederdruckleitung verbunden. Die  
Bohrungen 31, 49 im Gehäuse 3 des Einspritzventils 1 sind mit größerem axialem  
Abstand als die Bohrungen 14, 42 im kolbenförmigen Endstück 11 und in derselben  
35 Winkellage wie diese Bohrungen 14, 42 angeordnet.

Vor der Einspritzöffnung 4 mündet eine Leitung 50 in das Gehäuse 3 des  
Einspritzventils 1, die Kraftstoff und Flüssigkeit führt. In der Leitung 50 ist ein

1       Rückschlagventil 51 enthalten, das Abfließen von Kraftstoffgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 in die Leitung 50 verhindert.

#### Verfahren zum Betrieb des zweiten Einspritzsystems

5       Kraftstoff und Flüssigkeit ist beim Betrieb der Brennkraftmaschine kontinuierlich mit einem vorzugsweise einstellbarem Druck in der Leitung 50 und vor der Einspritzöffnung 4 vorrätig.

10       Fig. 5: In einer Phase 1 ist Ventil 17 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist. Ventilglied 5 wird von dem Druck auf das kolbenförmige Endstück 11 gegen die Kraft der Feder 42 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so daß keine Einspritzung stattfindet.

15       Bohrung 43 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 49 im Gehäuse 3 liegen übereinander, so daß Steuerraum 22 mit der Niederdruckleitung 47 verbunden ist, und Kolben 20 vom Druck aus der Leitung 50 gegen das kolbenförmige Endstück 11 gedrückt wird.

20       Fig. 6: In einer Phase 2 ist Ventil 17 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit der Niederdruckleitung 9 verbunden ist, und Ventilglied 5 wird vom Druck aus der Leitung 50 auf den Kolben 20 und unterstützt von der Kraft der Feder 42 von der Einspritzöffnung 4 abgehoben, so daß die Kraftstoff und Flüssigkeit eingespritzt wird.

25       Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 31 im Gehäuse 3 liegen übereinander, so daß Steuerraum 22 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist. Kolben 20 wird vom kolbenförmigen Endstück 11 des Ventilglieds 5 weggedrückt und bewegt sich auf die Einspritzöffnung 4 zu, so daß der Einspritzdruck vor der Einspritzöffnung 4 erhöht ist. Rückschlagventil 51 verhindert den Abfluß von Kraftstoffgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 in die Leitung 50.

30       Phase 3: Die Stellungen von Ventilglied 5 und Ventil 17 entsprechen deren Stellungen aus Phase 2 (s. Fig. 6). Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 31 im Gehäuse 3 liegen übereinander, so daß Steuerraum 22 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden bleibt. Kolben 20 bewegt sich vom kolbenförmigen Endstück 11 weiter auf die Einspritzöffnung 4 zu, so daß weiter Kraftstoffgemisch eingespritzt und der Stauraum vor der Einspritzöffnung 4 entleert wird. Die Einspritzmenge wird

von der Dauer bestimmt, während der Ventil 17 den Steuerraum 15 mit der Niederdruckleitung 18 verbindet.

Fig. 7: in einer Phase 4 ist Ventil 17 in einer Stellung in der Steuerraum 15 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist. Ventilglied 5 wird von dem Druck auf das kolbenförmigen Endstück 11 gegen die Kraft der Feder 42 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so daß keine Einspritzung mehr stattfindet.

Bohrung 42 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 49 im Gehäuse 3 liegen übereinander, so daß Steuerraum 22 mit der Niederdruckleitung 47 verbunden ist. Kolben 20 wird vom Druck aus der Leitung 50 von der Einspritzöffnung 4 weg zu dem kolbenförmigen Endstück 11 gedrückt.

Phase 5: Die Stellungen von Ventilglied 5 und Ventil 17 gleichen deren Stellungen aus Phase 4 (s. Fig. 7). Bohrung 43 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 49 im Gehäuse 3 liegen übereinander, so daß Steuerraum 22 mit der Niederdruckleitung 47 verbunden ist. Kolben 20 wird vom Druck aus der Leitung 50 weiter zu dem kolbenförmigen Endstück 11 gedrückt, so daß der Bereich vor der Einspritzöffnung 4 sich mit Flüssigkeit und Kraftstoff aus der Leitung 50 füllt.

Fig. 8-10 stellen jeweils einen Querschnitt dar durch ein erfindungsgemäßes drittes Einspritzsystem 61 eines Common-Rail Systems (nicht dargestellt) in vier Phasen eines Einspritzvorgangs. Konstruktive Merkmale des Einspritzsystems 61 gemäß Fig. 8-10, die den Merkmalen des Einspritzsystems 1 gemäß Fig. 1-3 entsprechen, haben die gleichen Bezugszeichen.

Einspritzventil 61 weist ein Gehäuse 3 mit mindestens einer Einspritzöffnung 4 und einem rotationssymmetrischen Ventilglied 5 auf. In Richtung einer Längsachse des Gehäuses 3 ist das Ventilglied 5 zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung 4 verschieblich im Gehäuse 3 gelagert.

In einem von der Einspritzöffnung 4 abgewandten Teil 6 weist das Gehäuse 3 eine zentrale Bohrung 7 mit einem Durchmesser a auf. Ein Teil 8 des Gehäuses 3, das auch die Einspritzöffnung 4 enthält, weist in einem unteren, der Einspritzöffnung 4 benachbarten Abschnitt eine zentrale Bohrung 9 mit dem Durchmesser b, und in einem mittleren, dem Teil 6 zugewandten Abschnitt eine zentrale Bohrung 10 mit dem Durchmesser c auf. Durchmesser a ist größer als Durchmesser b oder c, und Durchmesser b kleiner als Durchmesser c.

1 Ventilglied 5 weist an seiner der Einspritzöffnung 4 abgewandten Seite ein  
kolbenförmiges Endstück 11 auf, mit dem das Ventilglied 5 in der Bohrung 7 des Teils  
6 des Gehäuses 3 geführt ist. Das kolbenförmige Endstück 11 stellt im Querschnitt ein  
5 zur Einspritzöffnung 4 geöffnetes E dar, dessen äußere Schenkel 12 kegelförmig sind  
und mit einem Ventilsitz 62 des Gehäuses 3 ein Ventil bilden. Eine radial gerichtete  
Bohrung 14 ist im äußeren Schenkel 12 des kolbenförmigen Endstücks 11 angebracht.

10 In der Bohrung 7 des Teils 6 bildet das kolbenförmige Endstück 11 des Ventilglieds 5  
mit dem Gehäuse 3 einen Steuerraum 15, in den eine Leitung 16 mündet, die den  
Steuerraum 15 über ein elektromagnetisches 4/2 Wege-Ventil 65 mit dem Common-Rail  
Druckspeicher oder mit einer Leitung 66 mit einem Kraftstoffdruck  $p_2$  verbindet. Von  
dem 4/2 Wege-Ventil 65 führt eine Leitung 2 zu dem Einspritzventil 61.

15 Einspritzventil 1 enthält einen Kolben 20 in der Form eines Hohlkolbens, der coaxial  
zum Ventilglied 5 angeordnet ist. Das kolbenförmige Endstück 11 und die äußeren  
Schenkel 12 des Ventilglieds 5 schließen mit einer Stirnfläche 21 des Kolbens 20 einen  
Steuerraum 22 ein. Kolben 20 weist im wesentlichen konstante Innen- und  
Außendurchmesser auf und ist flüssigkeitsdicht am Ventilglied 5 verschieblich geführt.  
20 Kraftstoff kann zwischen Kolben 20 und Gehäuse 3 durch Kanäle 63 in die Bohrung 9  
vor der Einspritzöffnung 4 gelangen. Kolben 20 kann an einem Anschlag 64 des  
Gehäuses 3 anliegen.

25 Eine mit einer Drossel 67 versehene Leitung 30 mündet in eine radial gerichtete Bohrung  
31 (nicht dargestellt) des Teils 6 des Gehäuses 3 und enthält ein elektromagnetisches  
3/2 Wege-Ventil 32, das die Leitung 30 entweder mit dem Common-Rail  
Druckspeicher oder mit einer Leitung 68 mit einem Kraftstoffdruck  $p_0$  verbindet.

30 In der Nähe der Einspritzöffnung 4 mündet eine Leitung 35, in die aus einem Reservoir  
(nicht dargestellt) Wasser mit einem Druck  $p_1$  gefördert wird, in das Einspritzventil 61.  
In Leitung 35 ist ein Rückschlagventil 36 enthalten, das Abfließen von  
Kraftstoffgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 4 durch die Leitung 35  
verhindert.

35 Leitung 2 kann über das Ventil 65 wahlweise mit der Leitung 66 mit dem  
Kraftstoffdruck  $p_2$  oder dem Common-Rail Druckspeicher verbunden werden. In  
Leitung 2 ist ein Rückschlagventil 38 enthalten, das die Zufuhr von Kraftstoff durch  
Leitung 2 zur Einspritzöffnung 4 verhindert, und das Abfließen aus der Bohrung 9

1 direkt vor der Einspritzöffnung 4 in Richtung der Leitung 2 ermöglicht. Vor dem  
Rückschlagventil 38 zweigt von der Leitung 2 eine Bohrung 39 zum Ventilsitz 62 im  
Gehäuse 3 ab. Der Zufluß von Kraftstoff aus der Leitung 2 vor die Einspritzöffnung 4  
wird von dem kolbenförmigen Endstück 11 gesteuert, dessen äußere Schenkel 12 mit  
5 dem Ventilsitz 62 des Gehäuses 3 ein Ventil bilden.

Die Drücke  $p_0$ ,  $p_1$  und  $p_2$  stehen zueinander im Verhältnis  $p_0 < p_1 < p_2$ .

#### Verfahren zum Betrieb des dritten Einspritzsystems

10 Kraftstoff ist während des Betriebs der Brennkraftmaschine am Einspritzventil 61 mit  
hohem Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher oder mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  in  
der Leitung 2 und Wasser kontinuierlich mit einem niedrigeren Druck  $p_1$  in der Leitung  
35 vorrätig.

15 Fig. 8: In einer Phase 1 ist Ventil 65 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit dem  
Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, und Ventilglied 5 wird von dem Druck auf  
dessen kolbenförmiges Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 und den Ventilsitz 62  
gepreßt, so daß keine Einspritzung von Einspritzventil 1 stattfindet. Der  
Kraftstoffzufluß aus der Leitung 66 mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  zur Bohrung 9 vor der  
20 Einspritzöffnung 4 durch die Leitung 2 ist unterbrochen durch das kolbenförmige  
Endstück 11 des Ventilglieds 5, dessen kegelförmige äußere Schenkel 12 auf dem  
Ventilsitz 62 anliegen, und durch das Rückschlagventil 38.

25 Bohrung 14 im kolbenförmigen Endstück 11 und Bohrung 31 im Teil 6 des Gehäuses 3  
liegen übereinander und über Ventil 32 ist Steuerraum 22 ebenfalls mit dem Common-  
Rail Druckspeicher verbunden, so daß der Kolben 20 auf dem Anschlag 64 des  
Gehäuses 3 anliegt. Wasser aus der Leitung 35 liegt mit Druck  $p_1$  vor der  
Einspritzöffnung 4 an.

30 Fig. 9: In einer Phase 2 ist Ventil 65 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit dem  
Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, und Ventilglied 5 wird von dem Druck auf  
das kolbenförmige Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 des Einspritzventils 1  
gepreßt.

35 Ventil 32 verbindet über die Leitung 30 und die Bohrungen 14, 31 den Steuerraum 22  
mit der Leitung 68 mit dem Kraftstoffdruck  $p_0$ . Wasser aus der Leitung 35 liegt mit  
Druck  $p_1$  vor der Einspritzöffnung 4 an. Kolben 20 hebt vom Anschlag 64 ab und

1 vergrößert das Volumen vor der Einspritzöffnung 4 im Einspritzventil 1, so daß Wasser  
aus der Leitung 35 vor die Einspritzöffnung 4 gelangen kann. Die Schaltzeit von Ventil  
32 bestimmt die Wassermenge im Einspritzventil 1. Der Kraftstoffzufluß zur  
Einspritzöffnung 4 durch die Leitung 2 ist unterbrochen durch das kolbenförmige  
5 Endstück 11 des Ventilieds 5, dessen äußere Schenkel 12 auf dem Ventilsitz 62  
anliegen.

Fig. 10: In einer Phase 3 ist Ventil 65 in einer Stellung, in der Steuerraum 15 mit der  
Leitung 66 mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  verbunden ist. Leitung 2 ist über Ventil 65 mit  
10 dem Common-Rail Druckspeicher beaufschlagt und Ventilied 5 hebt ab unter dem  
Common-Rail Druck auf die kegelförmigen Schenkel 12 des kolbenförmigen Endstücks  
11 und dem Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher auf die Stirnfläche des  
Ventilieds 5 vor Einspritzöffnung 4.

15 Kraftstoff aus der Leitung 2 mit dem vor der Einspritzöffnung 4 vorrätigen Wasser wird  
in den Brennraum (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine eingespritzt. Die Schaltzeit  
von Ventil 65 bestimmt die Einspritzmenge.

20 Eine Drossel 67 in der Leitung 30 reduziert Druckschwankungen im Steuerraum 22, so  
daß sich in Phase 3 der Kolben 20 relativ zum Ventilied 5 nicht bewegt.

Phase 4: Ventil 65 und Ventil 32 gehen zur Herstellung der Ausgangslage in die  
Stellung von Phase 1 (s. Fig. 8) zurück. Ventilied 5 wird von dem Common-Rail  
Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 11 auf die Einspritzöffnung 4 gepreßt, so  
25 daß die Einspritzung durch Einspritzventil 61 beendet ist.

30 Kolben 20 bewegt sich auf Anschlag 64 zu. Kraftstoff-Wassergemisch aus dem Bereich  
vor der Einspritzöffnung 4 wird an Rückschlagventil 38 vorbei in die Leitung 2  
gedrückt. Rückschlagventil 36 verhindert den Rückfluß des Gemisches aus dem Bereich  
vor der Einspritzöffnung 4 in Leitung 35.

Fig. 11-16 stellen jeweils Querschnitte dar durch vierte Einspritzsysteme 100 eines  
Common-Rail Systems (nicht dargestellt) deren Einspritzvorgänge sich im wesentlichen  
jeweils aus 4 Phasen zusammensetzen.

35 Einspritzsystem 100 enthält ein Einspritzventil 101, das ein Gehäuse 103 mit einer  
zentralen Bohrung 107, mindestens eine Einspritzöffnung 104 und ein  
rotationssymmetrisches Ventilied 105 aufweist. In Richtung einer Längsachse des

1 Gehäuses 103 ist das Ventilglied 105 zum Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung 104 verschieblich im Gehäuse 103 gelagert.

5 Ventilglied 105 weist an seiner der Einspritzöffnung 104 abgewandten Seite ein kolbenförmiges Endstück 111 auf, mit dem das Ventilglied 105 in der Bohrung 107 des Gehäuses 103 geführt ist.

10 In der Bohrung 107 bildet das kolbenförmige Endstück 111 des Ventilglieds 105 mit dem Gehäuse 103 einen Steuerraum 115, in den eine Leitung 116 mündet, die den Steuerraum 115 über ein elektromagnetisches 5/2 Wege-Ventil 125 mit einer Leitung 139 zu der Common-Rail Druckspeicher oder mit einer Leitung 126 mit einem Druck  $p_0$  verbindet. Von dem 5/2 Wege-Ventil 125 führt eine Leitung 117 zu der Leitung 102, die zum Einspritzventil 101 führt, und mündet in einen Steuerraum 106, den das kolbenförmige Endstück 111 mit dem Gehäuse 103 bildet. Leitung 102 kann über das Ventil 125 wahlweise mit der Leitung 126 mit dem Kraftstoffdruck  $p_0$  oder dem Common-Rail Druckspeicher verbunden sein. Ein Rückschlagventil 138 ist in einer Abzweigleitung 137 von der Leitung 126 zu dem 5/2 Wege-Ventil 125 enthalten.

20 In der Nähe der Einspritzöffnung 104 mündet eine Leitung 108, in die aus einem Reservoir (nicht dargestellt) Flüssigkeit gefördert wird, in das Einspritzventil 101. In Leitung 108 ist ein Rückschlagventil 109 enthalten, das Abfließen von Kraftstoffgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 104 durch die Leitung 108 verhindert.

25 Einspritzsystem 100 enthält in einem Verdrängergehäuse 118 einen Kolben 120. Kolben 120 kann von einem oberen Steuerraum 119 und von einem unteren Steuerraum 121 mit Druck beaufschlagt werden. Kolben 120 ist in einer oberen Bohrung 122 und in einer unteren Bohrung 123 des Gehäuses 118 mit einer zentralen Welle 124, 140 geführt. Bohrung 122 weist eine Entlüftungsbohrung 127 auf. Bohrung 123 ist über das Verbindungsstück 128 an die Leitung 102 zu Einspritzventil 101 und an die Leitung 117 zum Ventil 125 angeschlossen.

35 Eine Leitung 130 mündet in den oberen Steuerraum 119 und eine Leitung 131 in den unteren Steuerraum 121. Ein elektromagnetisches 4/2 Wegeventil 132 verbindet die Leitungen 130, 131 wechselweise entweder mit einer Leitung 133 mit dem Druck  $p_2$  oder mit einer Leitung 134 mit einem Druck  $p_0$ .

## Verfahren zum Betrieb des vierten Einspritzsystems

Kraftstoff ist während des Betriebs der Brennkraftmaschine am Einspritzventil 101 mit hohem Druck aus dem Common-Rail Druckspeicher oder mit dem Kraftstoffdruck  $p_0$  in der Leitung 102 und Flüssigkeit kontinuierlich in der Leitung 108 vorrätig.

Fig. 11: In einer Phase 1 ist Ventil 125 in einer Stellung, in der Steuerraum 115 mit dem Common-Rail Druck beaufschlagt ist, und Ventилglied 105 wird von dem Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 111 auf die Einspritzöffnung 104 gepreßt, so daß keine Einspritzung von Einspritzventil 101 stattfindet.

Der Kolben 120 ist vom oberen Steuerraum 119 mit dem Druck  $p_2$  und vom unteren Steuerraum 121 mit dem Druck  $p_0$  beaufschlagt und befindet sich in einer unteren Stellung. Flüssigkeit aus der Leitung 108 liegt vor der Einspritzöffnung 104 an. Kraftstoff liegt aus Leitungen 117, 102 mit Druck  $p_0$  vor der Einspritzöffnung 104 an.

Fig. 12: In einer Phase 2 ist Ventil 125 in einer Stellung, in der Steuerraum 115 mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, und Ventилglied 105 wird von dem Druck auf das kolbenförmige Endstück 111 auf die Einspritzöffnung 104 des Einspritzventils 101 gepreßt.

Ventil 132 ist in einer Stellung, in der der Kolben 120 vom oberen Steuerraum 119 mit dem Druck  $p_0$  und vom unteren Steuerraum 121 mit dem Druck  $p_2$  beaufschlagt wird, und sich daher in eine obere Stellung bewegt. Bei der Bewegung des Kolbens 120 von unten nach oben wird über Bohrung 123, Leitungen 128, 102 der Druck im Steuerraum 106 vor der Einspritzöffnung 104 im Einspritzventil 101 abgesenkt, so daß Flüssigkeit aus der Leitung 108 vor die Einspritzöffnung 104 gefördert wird. Die Schaltzeit von Ventil 132 bestimmt die Flüssigkeitsmenge im Einspritzventil 1.

Fig. 13: In einer Phase 3 ist Ventil 125 in einer Stellung in der Steuerraum 115 mit der Leitung 126 mit dem Kraftstoffdruck  $p_0$  verbunden ist. Leitung 102 ist über Ventil 125 mit dem Common-Rail Druckspeicher beaufschlagt und Ventилglied 105 hebt ab unter dem Common-Rail Druck auf das kolbenförmige Endstück 111.

Kraftstoff aus der Leitung 102 mit der vor der Einspritzöffnung 104 vorrätigen Flüssigkeit wird in den Brennraum (nicht dargestellt) der Brennkraftmaschine eingespritzt. Die Schaltzeit von Ventil 125 bestimmt die Einspritzmenge.



1 Phase 4: Ventil 125 und Ventil 132 gehen zur Herstellung der Ausgangslage in die Stellung von Phase 1 (s. Fig. 11) zurück. Ventilglied 105 wird von dem Common-Rail Druck auf dessen kolbenförmiges Endstück 111 auf die Einspritzöffnung 104 gepreßt, so daß die Einspritzung durch Einspritzventil 101 beendet ist.

5 Kolben 120 bewegt sich auf die untere Stellung zu. Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 104 wird in die Leitungen 117, 126 gedrückt. Rückschlagventil 109 verhindert den Rückfluß des Gemisches aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung 104 in Leitung 108.

10 Fig. 14 stellt einen Querschnitt dar durch ein modifiziertes viertes Einspritzsystem 100 eines Common-Rail Systems (nicht dargestellt).

15 Das modifizierte, vierte Einspritzsystem 100 enthält in dem Verdrängergehäuse 118 den Kolben 120. Kolben 120 kann von dem unteren Steuerraum 121 mit Druck beaufschlagt werden. Kolben 120 ist in der oberen Bohrung 122 und in einer unteren Bohrung 123 des Gehäuses 118 mit einer zentralen Welle 124 geführt. Bohrung 122 weist eine Entlüftungsbohrung 127 und eine Druckfeder 141 auf. Bohrung 123 ist über das Verbindungsstück 128 an die Leitung 102 zu Einspritzventil 101 und an die Leitung 117 zum Ventil 125 angeschlossen.

20 Leitung 130 mündet in den oberen Steuerraum 119 und Leitung 131 in den unteren Steuerraum 121. Ein elektromagnetisches 3/2 Wegeventil 142 verbindet Leitung 131 entweder mit der Leitung 133 mit dem Druck  $p_2$  oder mit der Leitung 134 mit dem Druck  $p_0$ . Leitung 130 schließt an die Leitung 134 mit dem Druck  $p_0$  an.

25 Das Verfahren zum Betrieb des modifizierten vierten Einspritzsystems entspricht dem anhand der Fig. 11-13 beschriebenen Verfahren zum Betrieb des vierten Einspritzsystems bis auf das Merkmal, daß Kolben 120 nicht vom Druck  $p_2$  sondern von der Feder 141 in die untere Stellung im Gehäuse 118 gedrückt wird. Ventil 142 beaufschlagt ausschließlich Leitung 131 wahlweise mit Druck  $p_0$  oder  $p_2$ .

30 Fig. 15 stellt einen Querschnitt dar durch eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung dieses vierten Einspritzsystems.

35 In der Bohrung 107 des Einspritzventils 101 bildet das kolbenförmige Endstück 111 des Ventilglieds 105 mit dem Gehäuse 103 einen Steuerraum 115, in den die Leitung 116 mündet, die den Steuerraum 115 über ein elektromagnetisches 4/2 Wege-Ventil 145 mit

1 der Leitung 139 zu dem Common-Rail Druckspeicher oder mit der Leitung 126 mit  
dem Druck  $p_0$  verbindet. Von dem 4/2 Wege-Ventil 145 führt die Leitung 117 zu der  
Leitung 102, die zum Einspritzventil 101 führt, und mündet in den Steuerraum 106,  
den das kolbenförmige Endstück 111 mit dem Gehäuse 103 bildet. Leitung 102 kann  
5 über das 4/2 Wege-Ventil 145 wahlweise mit der Leitung 126 mit dem Kraftstoffdruck  
 $p_0$  oder dem Common-Rail Druckspeicher verbunden sein.

Eine Bypassleitung 146 ist in der Leitung 117 enthalten. Zwischen den  
Anschlußpunkten der Bypassleitung 146 ist ein Rückschlagventil 144 in der Leitung 117  
10 enthalten, das in Richtung von dem 4/2 Wege-Ventil 145 zu dem Anschluß der Leitung  
117 an die Leitung 102 den Durchfluß sperrt. In der Bypassleitung 146 ist ein  
Rückschlagventil 143 enthalten, das in Richtung vom Anschluß der Leitung 117 an die  
Leitung 102 zum 4/2 Wege-Ventil 145 den Durchfluß sperrt.

15 Das Verfahren zum Betrieb der weiteren vorteilhaften Ausgestaltung dieses vierten  
Einspritzsystems entspricht dem anhand der Fig. 11-13 beschriebenen Verfahren zum  
Betrieb des vierten Einspritzsystems bis auf das Merkmal, daß vom 4/2 Wege-Ventil  
146 zu der Leitung 102 die Verbindung über die Leitungen 117, 143, 117 hergestellt  
wird, und daß in Phase 4, bei geschlossenem Einspritzventil 101, der sich in seine  
20 untere Stellung bewegend Kolben 120, Kraftstoffgemisch durch die Leitung 117 in die  
Leitung 126 mit dem Druck  $p_0$  verdrängt.

Fig. 16 stellt einen Querschnitt dar durch ein viertes Einspritzsystem 100, das sich aus  
einer Kombination der weiteren vorteilhaften Ausgestaltung dieses vierten  
Einspritzsystems gemäß Fig. 15 und dem modifizierten vierten Einspritzsystem gemäß  
25 Fig. 14 ergibt.

## PATENTANSPRÜCHE

1. Einspritzsystem zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch in Brennräume einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail Druckspeicher, von dem eine Leitung (16) zu Einspritzventilen (1) führt, wobei die Einspritzventile (1) jeweils in einem Gehäuse (3) ein Ventiltglied (5) aufweisen, das in Richtung einer Längsachse des Einspritzventils (1) beweglich ist und mit dem Gehäuse (3) einen Steuerraum (15) bildet, um eine Einspritzöffnung (4) freizugeben, wenn der Steuerraum (15) mit einer Niederdruckleitung (18) verbunden ist, und die Einspritzöffnung (4) zu verschließen, wenn der Steuerraum (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher in Verbindung steht, wobei ein Ventil (17) die Leitung (16) des Steuerraums (15) wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder der Niederdruckleitung (18) verbindet, und Kraftstoff über eine Leitung (2), die mit dem Common-Rail Druckspeicher verbunden ist, vor die Einspritzöffnung (4) des Einspritzventils (1) gefördert wird, dadurch gekennzeichnet, daß coaxial zum Ventiltglied (5) ein Kolben (20) im Einspritzventil (1) beweglich angeordnet ist, wobei der Kolben (20) mit einem kolbenförmigen Endstück (11) des Ventiltglieds (5) einen Steuerraum (22) bildet, der über eine Leitung (30) mit dem Common-Rail Druckspeicher oder mit einer Niederdruckleitung (33) schaltbar verbunden ist, und die Einspritzöffnung (4) kontinuierlich mit mindestens einer Leitung (35) in Verbindung steht, über die eine den Verbrennungsprozeß vorteilhaft beeinflussende Flüssigkeit, wie z. B. Wasser oder Methanol vor die Einspritzöffnung (4) des Einspritzventils (1) gelangt.

2. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein 3/2 Wegeventil (32) die Verbindung des Steuerraums (22) mit dem Common-Rail Druckspeicher oder mit der Niederdruckleitung (33) schaltet.

3. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine mit dem Common-Rail Druckspeicher verbundene Leitung (2) zur Einspritzöffnung (4) ein Rückschlagventil (38) enthält, das die Zufuhr von Kraftstoff durch Leitung (2) zur Einspritzöffnung (4) verhindert, und das Abfließen aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung (4) in Richtung der Leitung (2) ermöglicht, die Leitung (35) ein Rückschlagventil (36) enthält, das Abfließen von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch aus dem Bereich vor der Einspritzöffnung (4) durch die Leitung (35) verhindert, ein Anschlag (26) und ein Teil (23) des Kolbens (20) mit einem Ventilsitz (27) und einer Bohrung (9) des Gehäuses (3) ein Ventil bilden und den Zufluß von Kraftstoff aus der Leitung (2) vor die Einspritzöffnung (4) steuern.

1 4. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine zentrale  
Bohrung (10) im mittleren Bereich eines Teils (8) des Gehäuses (3) eine zentrale  
Bohrung (10b) und Leckölbohrungen (19, 19b) aufweist und der Kolben (20) an die  
5 Bohrungen (10, 10b) angepaßt abgestuft ist.

10 5. Einspritzsystem zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch in  
Brennräume einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail Druckspeicher, von  
dem eine Leitung (16) zu Einspritzventilen (41) führt, wobei die Einspritzventile (41)  
jeweils in einem Gehäuse (3) ein Ventilglied (5) aufweisen, das in Richtung einer  
Längsachse des Einspritzventils (41) beweglich ist und mit dem Gehäuse (3) einen  
Steuerraum (15) bildet, um eine Einspritzöffnung (4) freizugeben, wenn der Steuerraum  
(15) mit einer Niederdruckleitung (18) verbunden ist, und die Einspritzöffnung (4) zu  
15 verschließen, wenn der Steuerraum (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher in  
Verbindung steht, wobei ein elektromagnetisches Ventil (17) die Leitung (16) des  
Steuerraums (15) wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder der  
Niederdruckleitung (18) verbindet, dadurch gekennzeichnet, daß koaxial zum  
Ventilglied (5) ein Kolben (20) im Einspritzventil (41) beweglich angeordnet ist, wobei  
20 der Kolben (20) mit einem kolbenförmigen Endstück (11) des Ventilglieds (5) einen  
Steuerraum (22) bildet, der über eine Leitung (30) mit dem Common-Rail  
Druckspeicher oder mit einer Niederdruckleitung (47) schaltbar verbunden ist, und die  
Einspritzöffnung (4) kontinuierlich mit mindestens einer Leitung (50) in Verbindung  
steht, über die Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch vor die Einspritzöffnung (4) des  
Einspritzventils (41) gelangt.

25 6. Einspritzsystem gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß Ventilglied (5) mit  
den Bohrungen (14, 43) im kolbenförmigen Endstück (11) und Gehäuse (3) mit den  
Bohrungen (31, 49) ein Ventil bilden, das die Verbindung des Steuerraums (22) mit  
dem Common-Rail Druckspeicher oder mit der Niederdruckleitung (47) schaltet.

30 7. Einspritzsystem gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Feder (42)  
zwischen den äußeren Schenkeln (12) des kolbenförmigen Endstücks (11) und dem  
ebenen Absatz (23) des Gehäuses (3) in axialer Richtung wirkt.

35 8. Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems gemäß Anspruch 1, gekennzeichnet  
durch Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und  
Verbinden des Steuerraums (22) mit dem Common-Rail Druckspeicher in einer Phase  
I, während der nicht eingespritzt wird, Verbinden des Steuerraums (15) mit dem

Common-Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (33) in einer Phase 2, während der nicht eingespritzt wird und Flüssigkeit aus Leitung (35) in das Einspritzventil (1) gefördert wird, Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (33) in einer Phase 3, während der nicht eingespritzt wird und Kolben (20) in Anlage an das kolbenförmige Ende (11) des Ventiltglieds (5) kommt, Verbinden des Steuerraums (15) mit der Niederdruckleitung (18) und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (33) in einer Phase 4, während der Teil (23) des Kolbens (20) den Zufluß von Kraftstoff aus der Leitung (2) vor die Einspritzöffnung (4) freigibt und eingespritzt wird, und Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher in einer Phase 5, während der keine Einspritzung stattfindet und Kraftstoff in die Leitung (2) zurückgeführt wird.

9. Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems gemäß Anspruch 5, gekennzeichnet durch Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (47) in einer Phase 1, während der nicht eingespritzt wird; Verbinden des Steuerraums (15) mit der Niederdruckleitung (18) und Verbinden des Steuerraums (22) mit dem Common-Rail Druckspeicher in einer Phase 2, während der eingespritzt wird, Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (47) in einer Phase 4, während der nicht eingespritzt und der Bereich vor der Einspritzöffnung (4) wieder gefüllt wird, und Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Niederdruckleitung (47) in einer Phase 5, während der nicht eingespritzt und der Bereich vor der Einspritzöffnung (4) weiter mit Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch gefüllt wird.

10. Einspritzsystem gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerraum (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung (66), die mit einem Kraftstoffdruck  $p_2$  beaufschlagt ist, verbunden ist, der Steuerraum (22) mit dem Common-Rail Druckspeicher oder einer Leitung (68), die mit einem Kraftstoffdruck  $p_0$  beaufschlagt ist, verbunden ist, die Leitung (35) kontinuierlich Flüssigkeit mit einem Druck  $p_1$  vor die Einspritzöffnung (4) fördert, und die Drücke  $p_0$ ,  $p_1$  und  $p_2$  ein Verhältnis  $p_0 < p_1 < p_2$  haben.

11. Einspritzsystem gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitung (2) über ein elektromagnetisches Ventil (65) mit dem Common-Rail Druckspeicher oder

1 einer Leitung (66), die mit dem Kraftstoffdruck  $p_2$  beaufschlagt ist, schaltbar  
verbunden ist.

5 12. Einspritzsystem gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der Leitung  
(2) ein Rückschlagventil (38) enthalten ist, das die Zufuhr von Kraftstoff durch Leitung  
(2) zur Einspritzöffnung (4) verhindert, und das Abfließen aus dem Bereich vor der  
Einspritzöffnung (4) in Richtung der Leitung (2) ermöglicht, die Leitung (35) ein  
Rückschlagventil (36) enthält, das Abfließen von Kraftstoffgemisch aus dem Bereich  
vor der Einspritzöffnung (4) durch die Leitung (35) verhindert, und ein Ventilsitz (62)  
10 und die äußeren Schenkel (12) des kolbenförmigen Endstücks (11) ein Ventil bilden,  
das den Zufluß von Kraftstoff aus der Leitung (2) vor die Einspritzöffnung (4) steuert.

13. Einspritzsystem gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der Leitung  
(30) zwischen Ventil (32) und Bohrung (31) eine Drossel (67) angeordnet ist.

15 14. Einspritzsystem gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Ventil (65) ein  
4/2 Wege-Ventil ist, daß die Leitung (2) mit der Leitung (66) und den Steuerraum (15)  
mit dem Common-Rail Druckspeicher oder die Leitung (2) mit dem Common-Rail  
Druckspeicher und den Steuerraum (15) mit der Leitung (66) verbindet.

20 15. Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems gemäß Anspruch 10, gekennzeichnet  
durch Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-Rail Druckspeicher und  
Verbinden des Steuerraums (22) mit dem Common-Rail Druckspeicher in einer Phase  
1, während der nicht eingespritzt wird und Leitung (2) mit Leitung (66) mit  
Kraftstoffdruck  $p_2$  verbunden ist, Verbinden des Steuerraums (15) mit dem Common-  
25 Rail Druckspeicher und Verbinden des Steuerraums (22) mit der Leitung (68) mit  
Druck  $p_0$  in einer Phase 2, während der nicht eingespritzt wird, Leitung (2) mit Leitung  
(66) verbunden ist, Kolben (20) sich nach oben bewegt und Flüssigkeit aus Leitung (35)  
mit Druck  $p_1$  in das Einspritzventil (1) gefördert wird, Verbinden des Steuerraums (15)  
mit Leitung (66) und Verbinden des Steuerraums (22) mit dem Common-Rail  
30 Druckspeicher in einer Phase 3, während der Leitung (2) mit dem Common-Rail Druck  
beaufschlagt ist und eingespritzt wird und das kolbenförmige Ende (11) des Ventilglieds  
(5) in Anlage an das Gehäuse (3) kommt, und Verbinden des Steuerraums (15) mit dem  
Common-Rail Druckspeicher in einer Phase 4, in der Leitung (2) mit Leitung (66)  
verbunden ist, während keine Einspritzung stattfindet und Kraftstoff von dem Kolben  
35 (20) aus der Bohrung (9) in die Leitung (2) zurückgefördert wird.

1 16. Einspritzsystem zur intermittierenden Zufuhr von Kraftstoff-Flüssigkeitsgemisch in  
Brennräume einer Brennkraftmaschine mit einem Common-Rail Druckspeicher, von  
dem eine Leitung (116) zu Einspritzventilen (101) führt, wobei die Einspritzventile  
(101) jeweils in einem Gehäuse (103) ein Ventiltglied (105) aufweisen, das in Richtung  
5 einer Längsachse des Einspritzventils (101) beweglich ist und mit dem Gehäuse (103)  
einen Steuerraum (115) bildet, um eine Einspritzöffnung (104) freizugeben, wenn der  
Steuerraum (115) mit einer Niederdruckleitung (126) verbunden ist, und die  
Einspritzöffnung (104) zu verschließen, wenn der Steuerraum (115) mit dem Common-  
Rail Druckspeicher in Verbindung steht, wobei ein Ventil (125) die Leitung (116) des  
10 Steuerraums (115) wahlweise mit dem Common-Rail Druckspeicher oder der  
Niederdruckleitung (126) verbindet und Kraftstoff über eine Leitung (102) vor die  
Einspritzöffnung (104) des Einspritzventils (101) gefördert wird, dadurch  
gekennzeichnet, daß ein Kolben (120) in einem Gehäuse (118) vorgesehen ist, ein  
oberer Steuerraum (119) von dem Gehäuse (118) und dem Kolben (120) gebildet wird,  
15 ein unterer Steuerraum (121) von dem Gehäuse (118) und dem Kolben (120) gebildet  
wird, ein Ventil (132) vorgesehen ist, eine Leitung (130) in den oberen Steuerraum  
(119) und eine Leitung (131) in den unteren Steuerraum (121) führt, der untere  
Steuerraum (121) über Ventil (132) und Leitung (131) wahlweise mit Druck p2 oder  
Druck p0 beaufschlagt werden kann, eine Bohrung (123) in dem Gehäuse (118)  
20 vorgesehen ist, in der eine zentrale Welle (124) den Kolben (120) führt, und die mit  
einer Leitung (128) zu der Leitung (102) verbunden ist, und eine Leitung (108) in dem  
Gehäuse (103) vorgesehen ist, durch die kontinuierlich eine den Verbrennungsprozeß  
vorteilhaft beeinflussende Flüssigkeit, wie z. B. Wasser oder Methanol, vor die  
Einspritzöffnung (104) des Einspritzventils (101) gelangt.

25 17. Einspritzsystem gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der obere  
Steuerraum (119) über Ventil (132) und Leitung (130) wahlweise mit Druck p2 oder  
Druck p0 beaufschlagt werden kann.

30 18. Einspritzsystem gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der obere  
Steuerraum (119) über Leitung (130) kontinuierlich mit Druck p0 beaufschlagt ist, der  
untere Steuerraum (121) über ein 3/2 Wege-Ventil (142) und Leitung (131) wahlweise  
mit Druck p2 oder Druck p0 beaufschlagt werden kann, und eine Feder (141) über eine  
zentrale Welle (140) den Kolben (120) in eine untere Stellung drückt.

35 19. Einspritzsystem gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß ein 4/2 Wege-  
Ventil (145) die Leitungen (117, 116) wahlweise mit der Niederdruckleitung (126) mit  
Druck p0 oder mit der Leitung (139) mit Common Rail Druck verbindet, eine

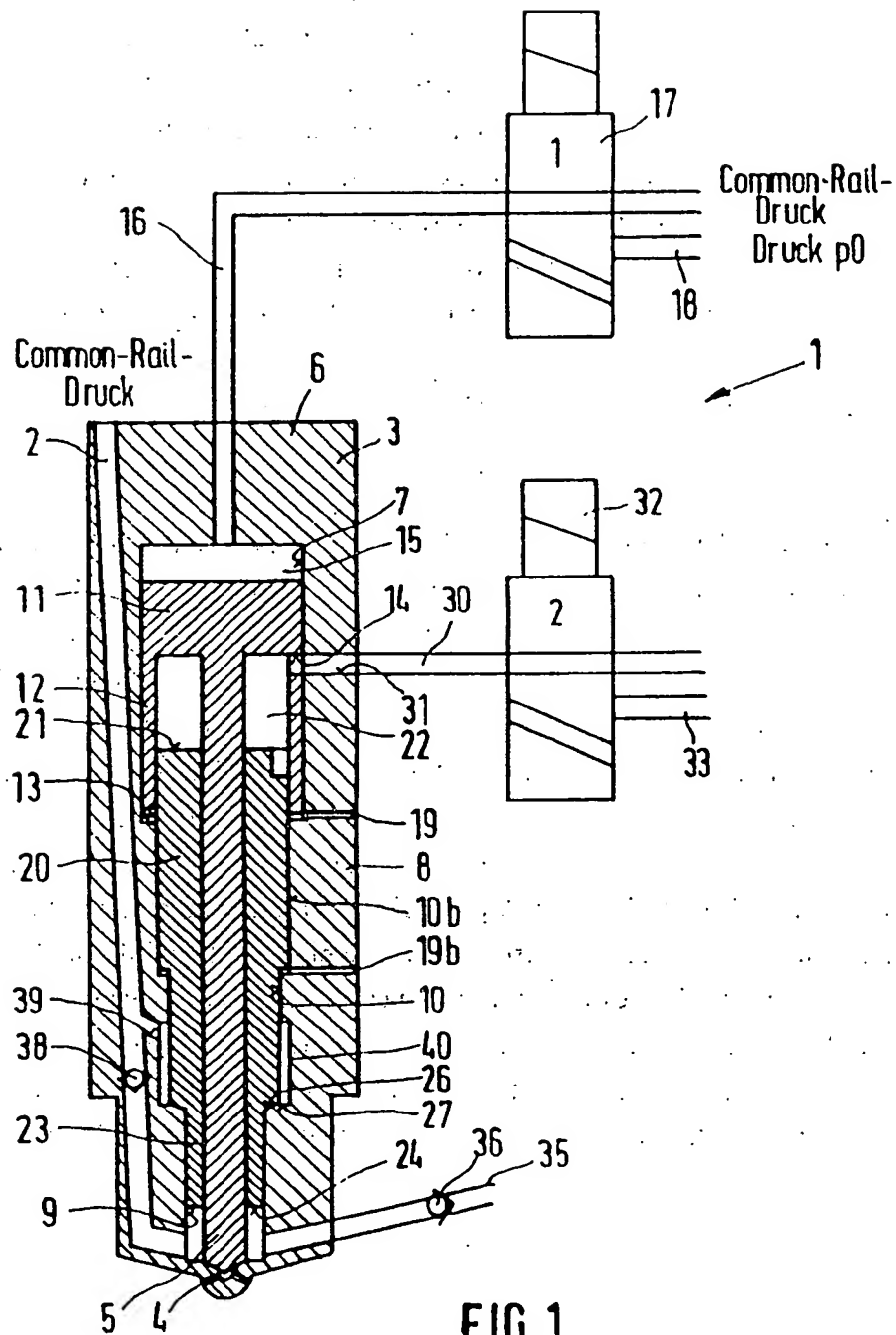
1 Bypassleitung (146) mit einem Rückschlagventil (143) in Leitung (117) angeordnet ist,  
und ein Rückschlagventil (144) in der Leitung (117) zwischen Anschlußstellen der  
Bypassleitung (146) mit der Leitung (117) angeordnet ist.

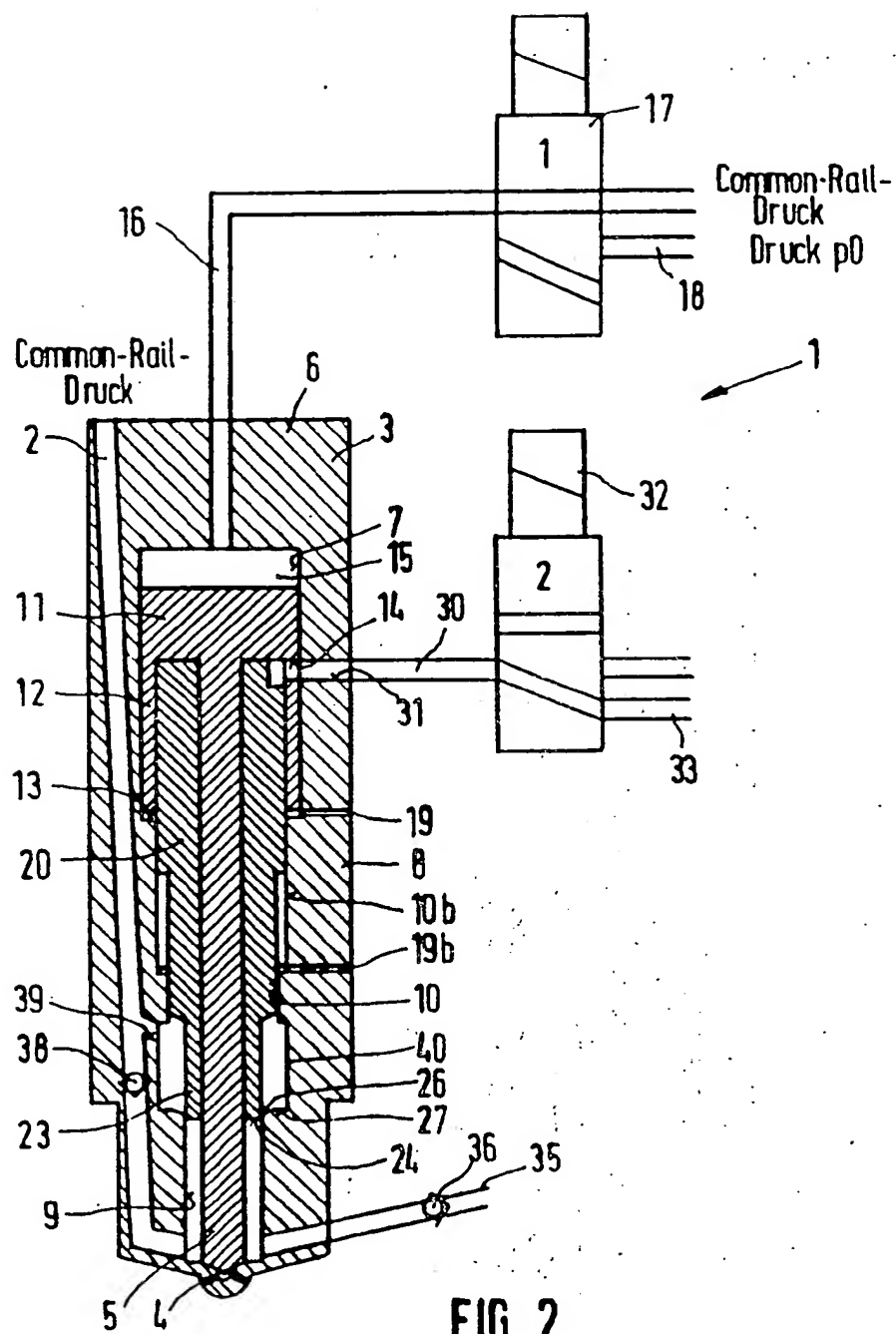
5 20. Einspritzsystem gemäß Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der obere  
Steuerraum (119) über Leitung (130) kontinuierlich mit Druck  $p_0$  beaufschlagt ist, der  
untere Steuerraum (121) über das 3/2 Wege-Ventil (142) und Leitung (131) wahlweise  
mit Druck  $p_2$  oder Druck  $p_0$  beaufschlagt werden kann, die Feder (141) über die  
10 zentrale Welle (140) den Kolben (120) in eine untere Stellung drückt, das 4/2 Wege-  
Ventil (145) die Leitungen (117, 116) wahlweise mit der Niederdruckleitung (126) mit  
Druck  $p_0$  oder mit Leitung (139) mit Common Rail Druck verbindet, die Bypassleitung  
(146) mit dem Rückschlagventil (143) in Leitung (117) angeordnet ist, und das  
Rückschlagventil (144) in der Leitung (117) zwischen Anschlußstellen der  
Bypassleitung (146) mit der Leitung (117) angeordnet ist.

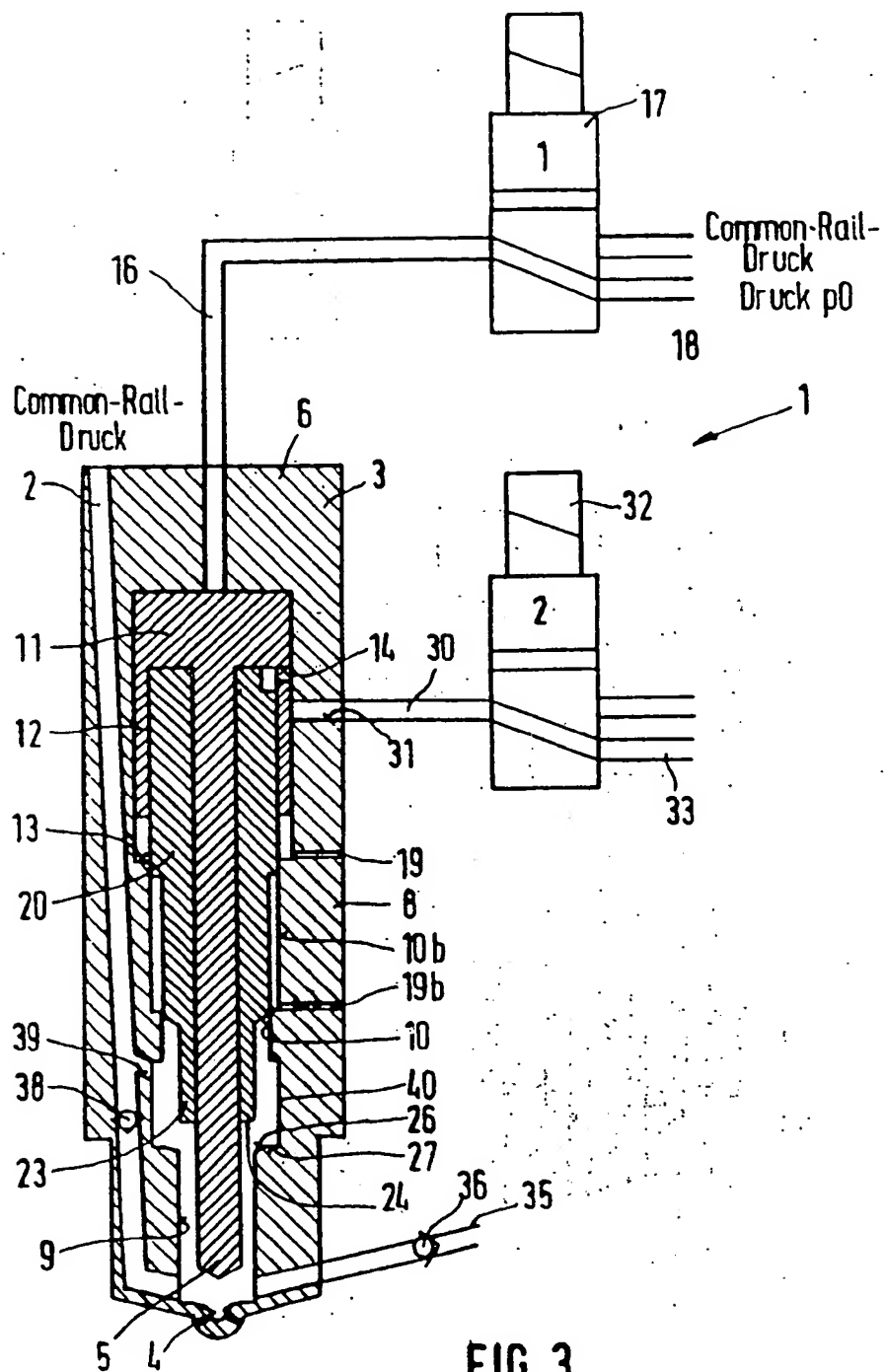
15 21. Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems gemäß einem der Ansprüche 16 bis  
20, gekennzeichnet durch Verbinden des Steuerraums (115) mit dem Common-Rail  
Druckspeicher und Verbinden des unteren Steuerraums (121) mit dem Druck  $p_0$  in  
einer Phase 1, während der nicht eingespritzt wird und Leitung (102) mit Leitung (126)  
mit Kraftstoffdruck  $p_0$  verbunden ist, Verbinden des unteren Steuerraums (121) mit  
20 dem Druck  $p_2$  und Verbinden des Steuerraums (115) mit dem Common-Rail  
Druckspeicher in einer Phase 2, während der nicht eingespritzt wird, Kolben (120) sich  
nach oben bewegt und Flüssigkeit aus Leitung (108) in das Einspritzventil (1) gefördert  
wird, Verbinden des Steuerraums (115) mit Leitung (126) mit Druck  $p_0$  und Verbinden  
des Steuerraums (121) mit dem Druck  $p_2$  in einer Phase 3, während der Leitung (102)  
25 mit dem Common-Rail Druck beaufschlagt ist und eingespritzt wird, und Verbinden des  
Steuerraums (115) mit dem Common-Rail Druckspeicher in einer Phase 4, in der  
Leitung (102) mit der Niederdruckleitung (126) mit dem Druck  $p_0$  verbunden ist,  
während der keine Einspritzung stattfindet und Kraftstoffgemisch von dem in seine  
untere Stellung gehenden Kolben (120) in die Leitung (117, 126) zurückgefördert wird.  
30

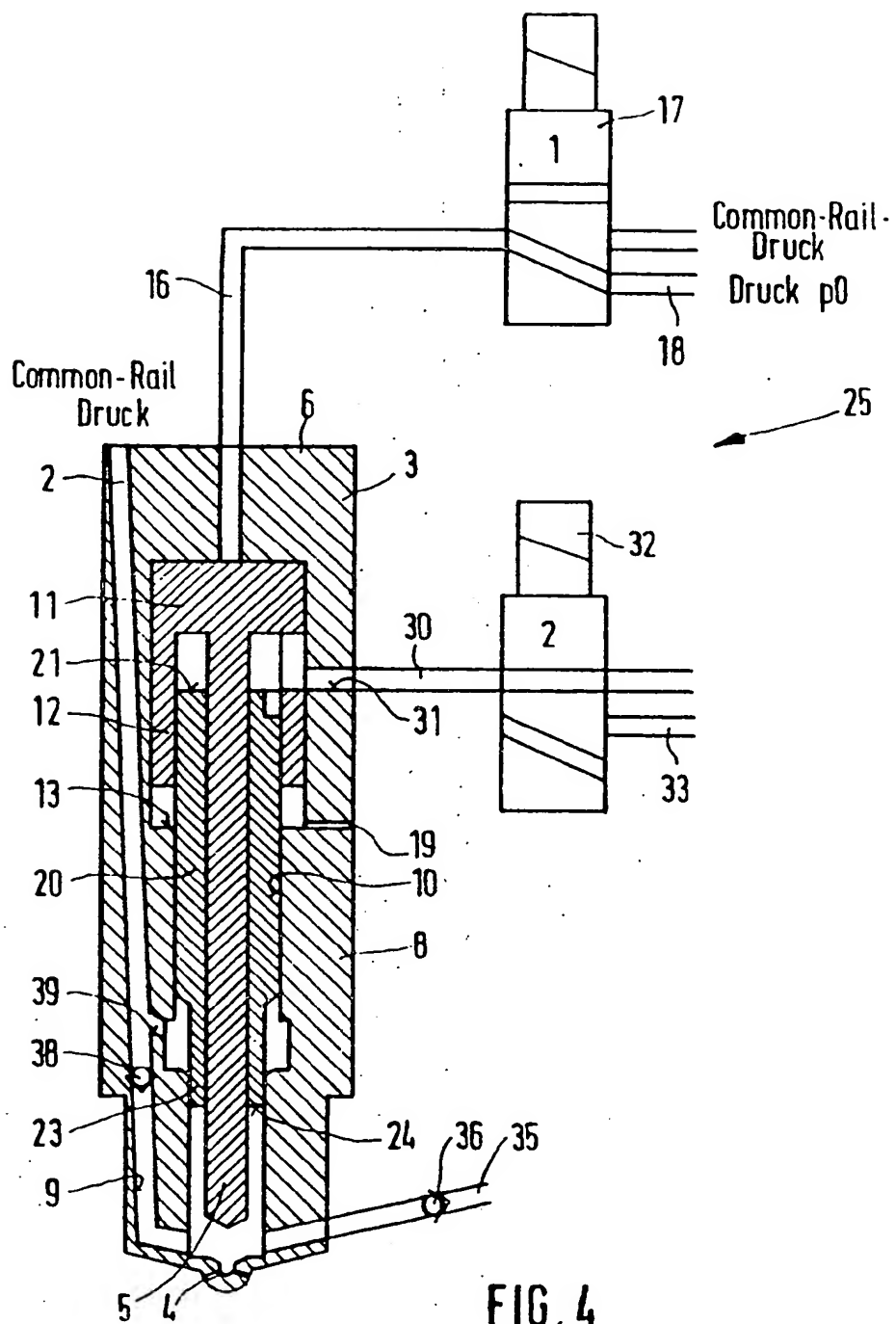
35

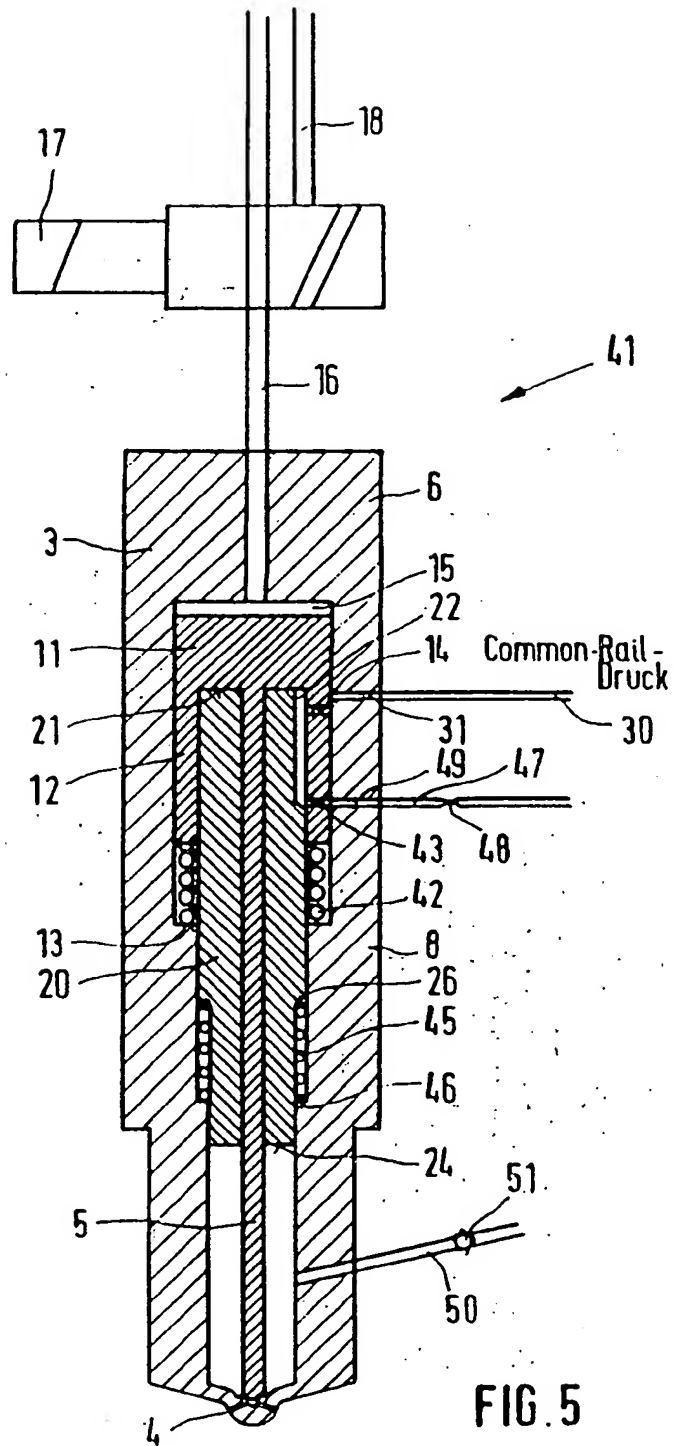


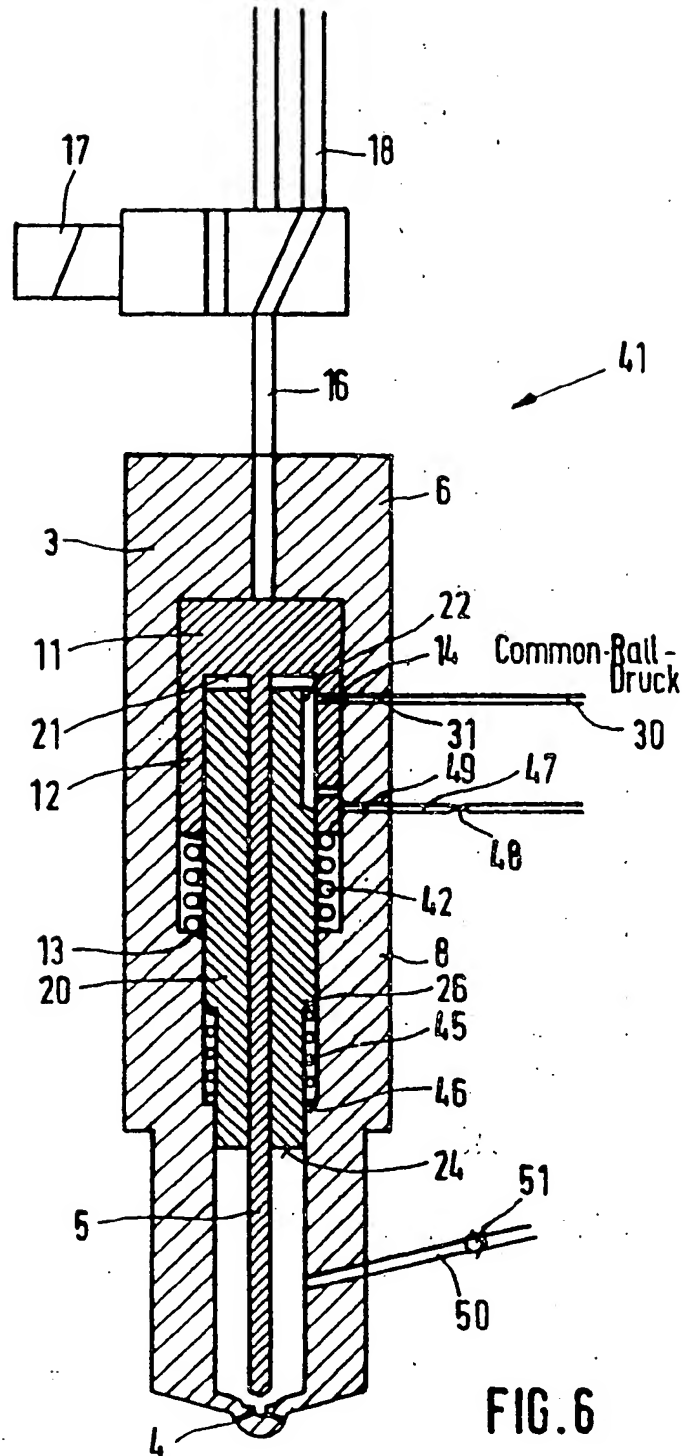




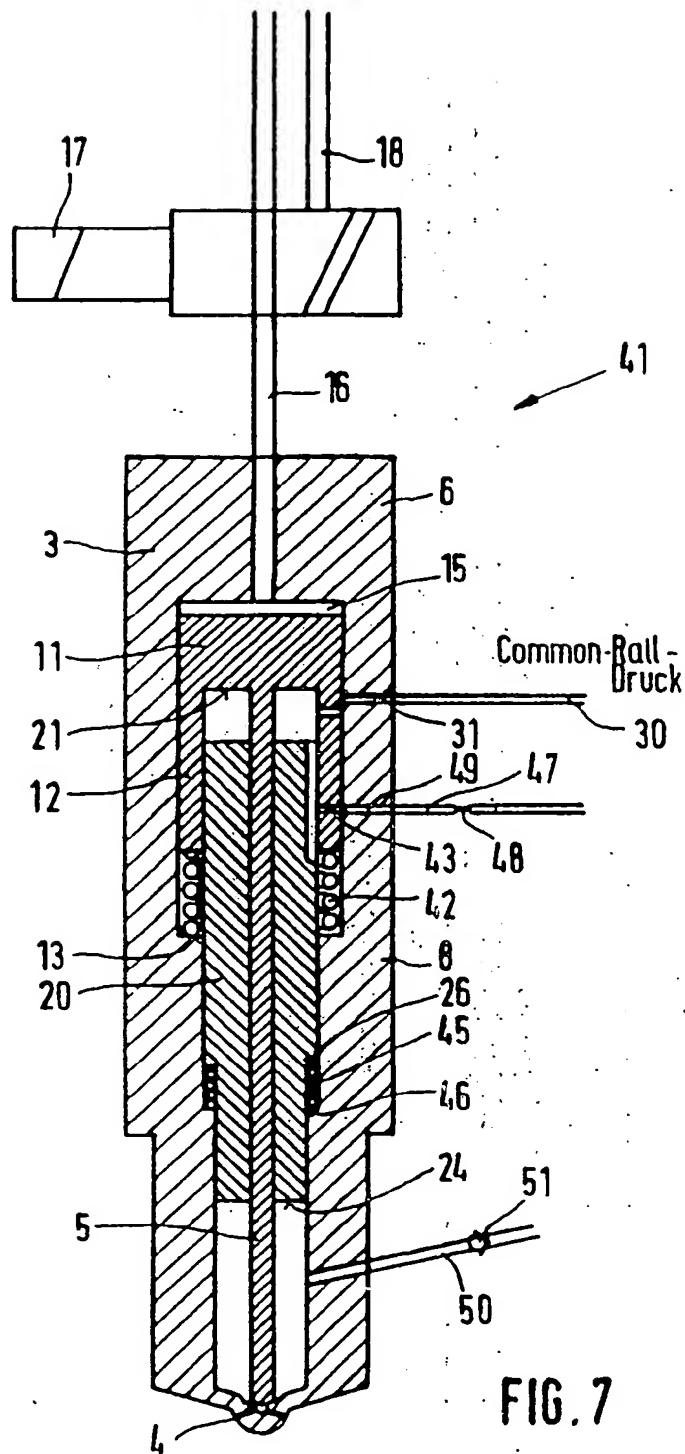








7/16



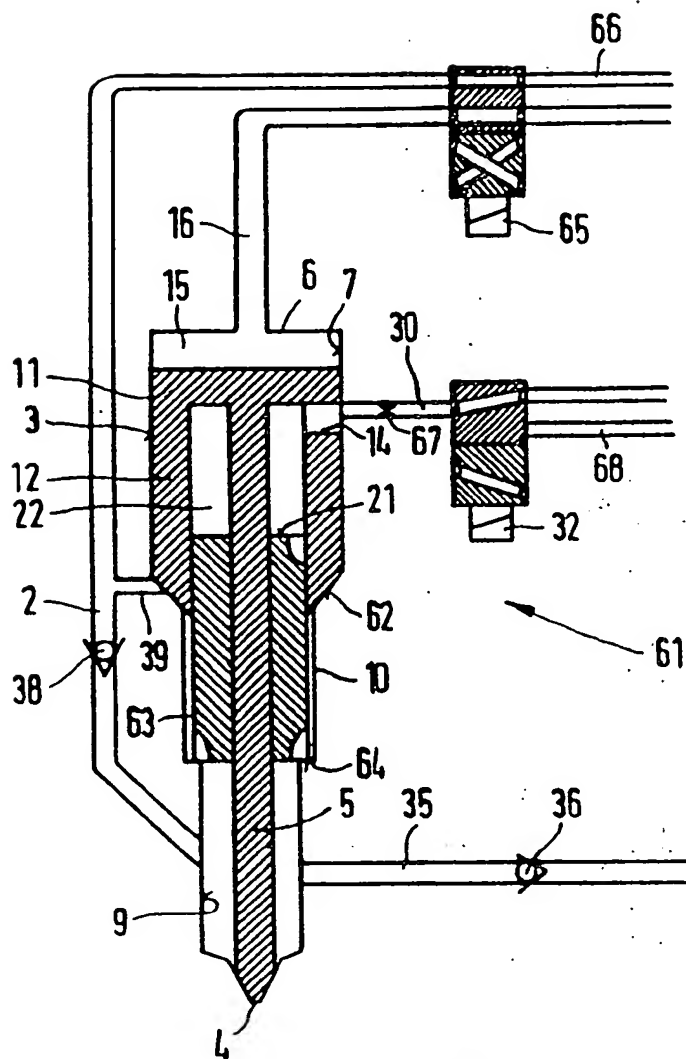


FIG. 8





10/16

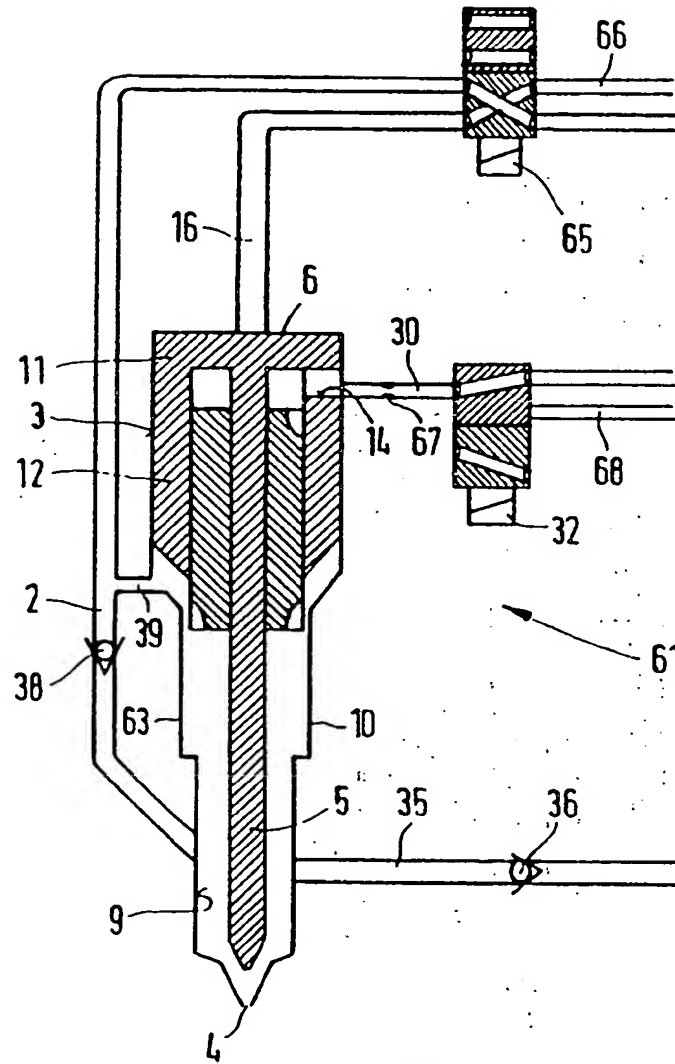


FIG. 10

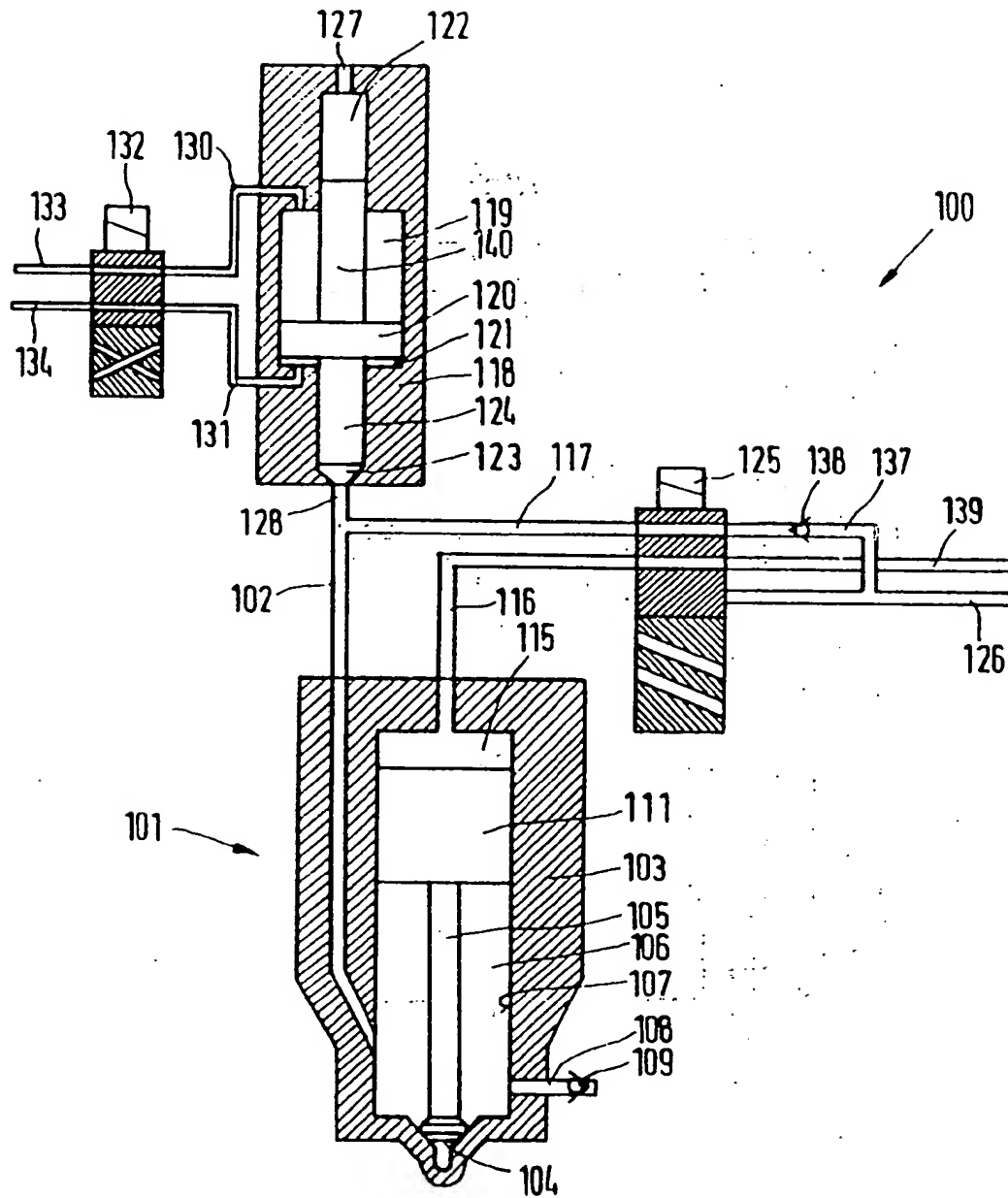


FIG. 11

12/16

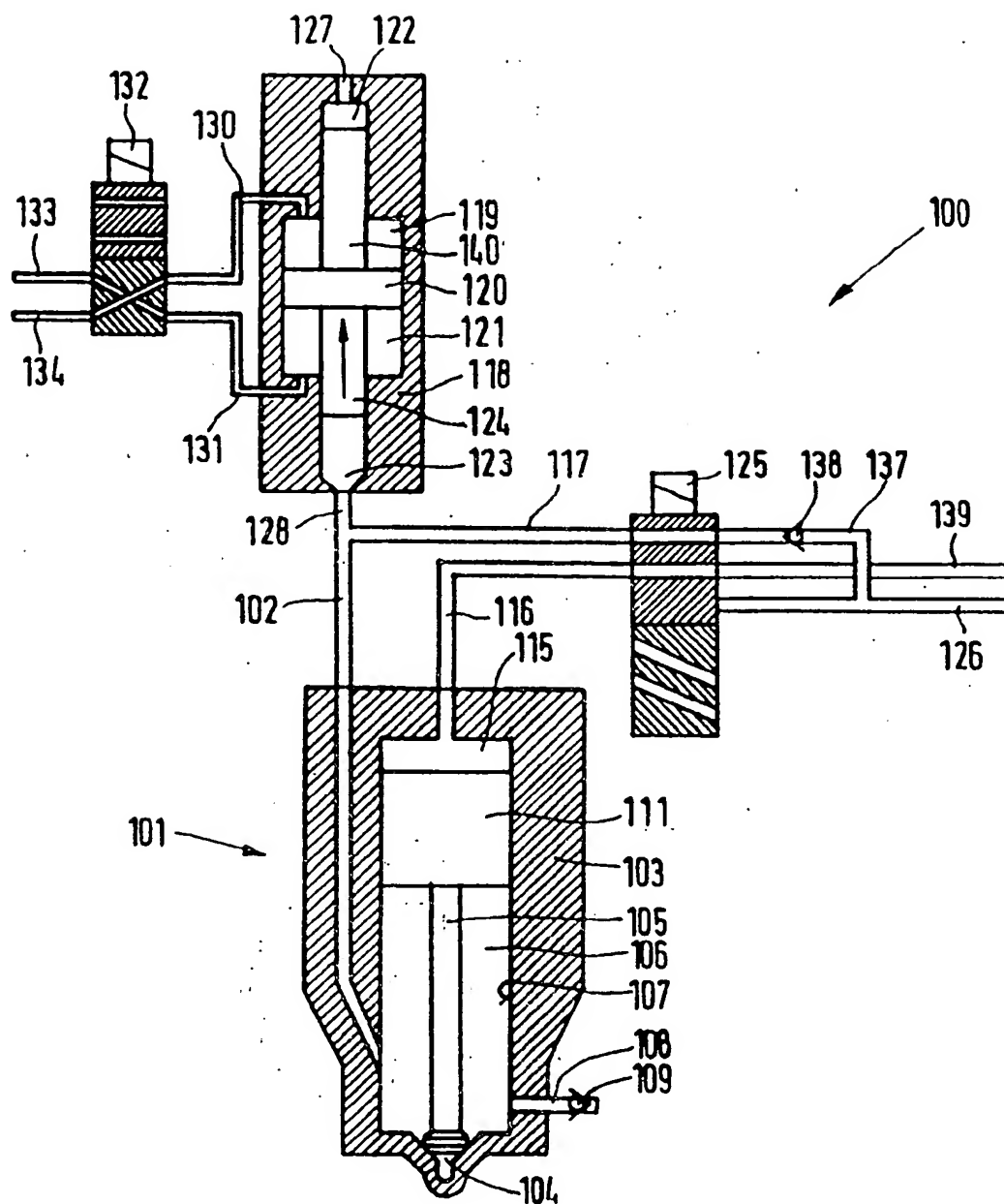


FIG. 12

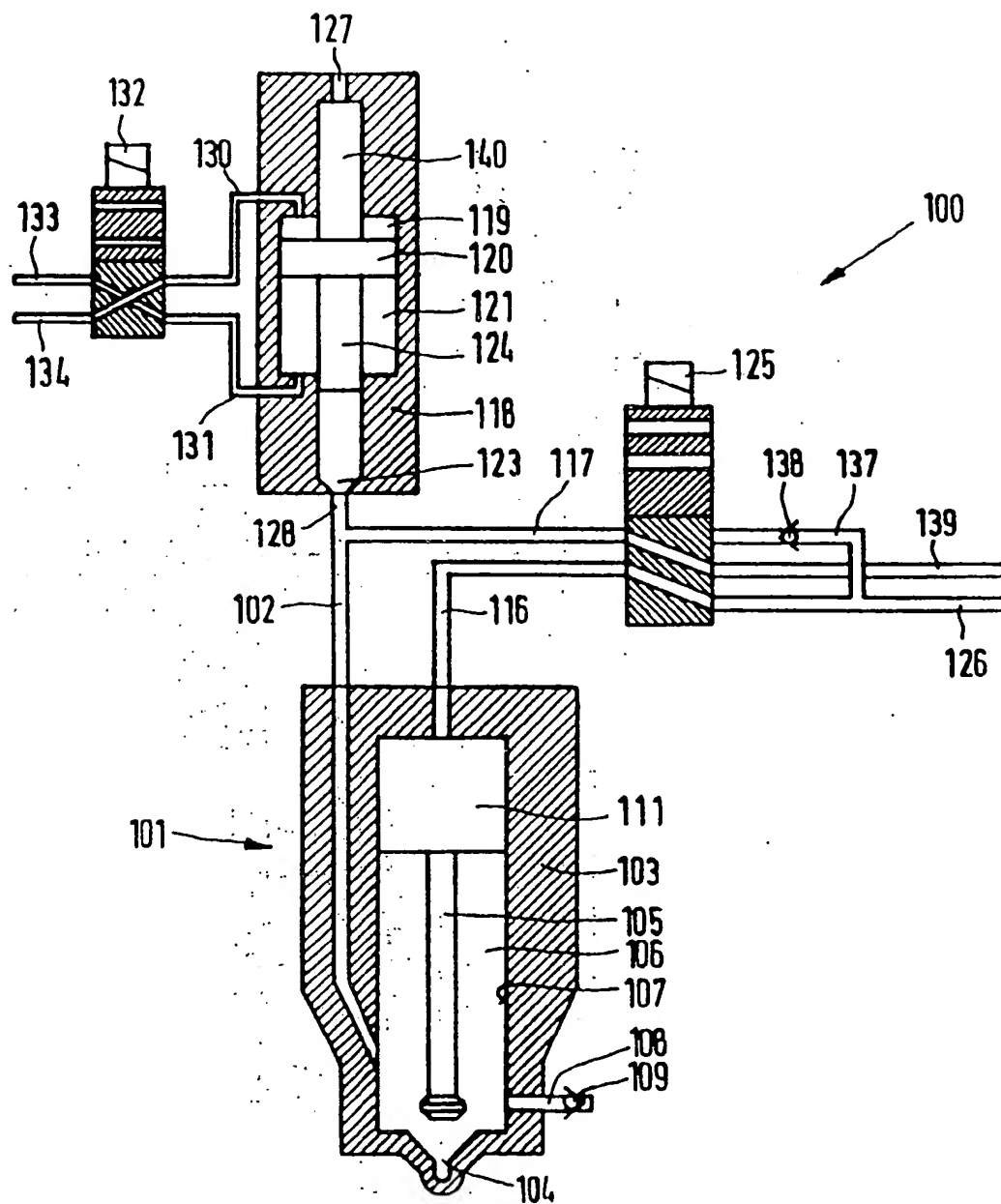


FIG. 13

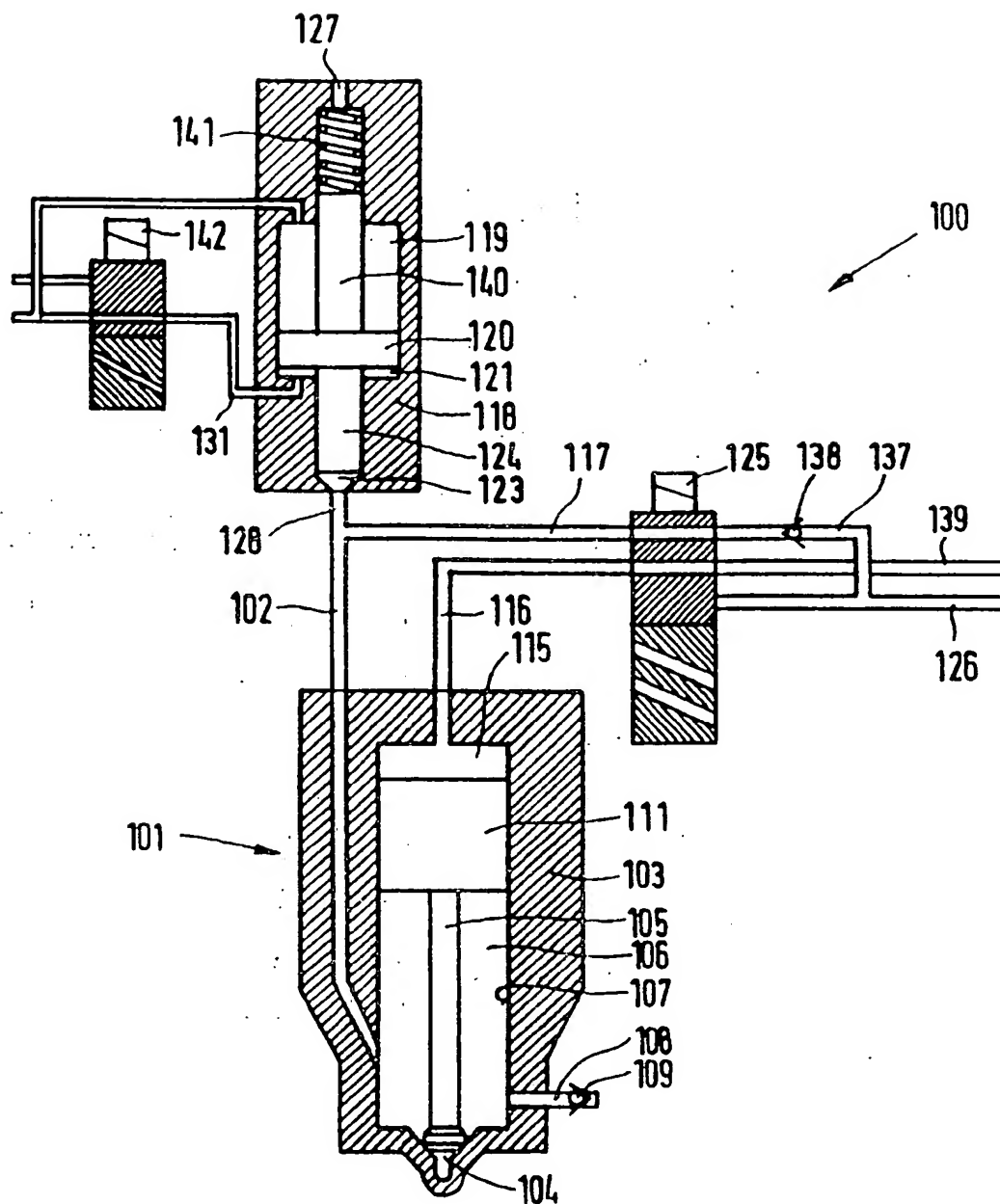


FIG. 14

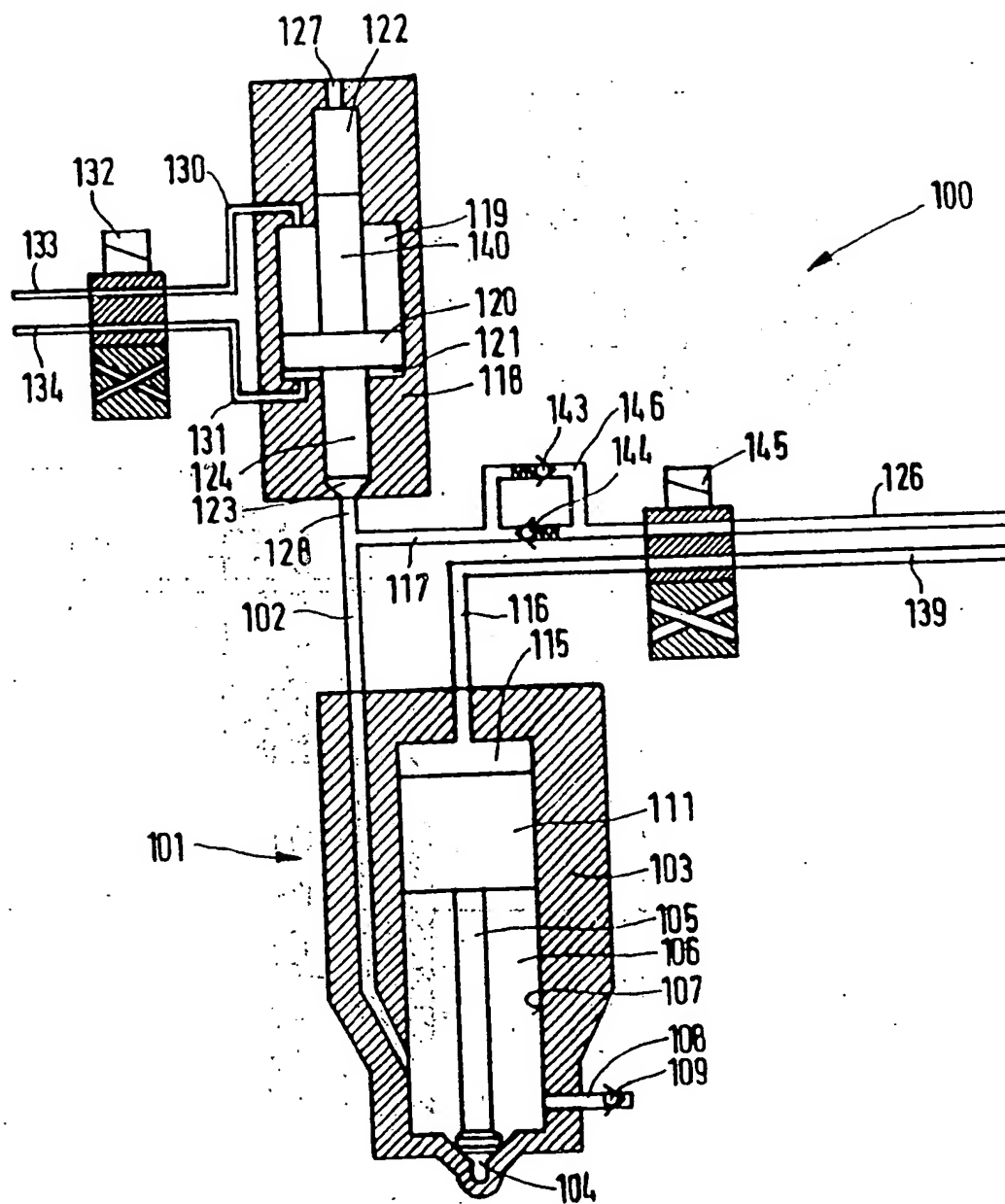


FIG. 15

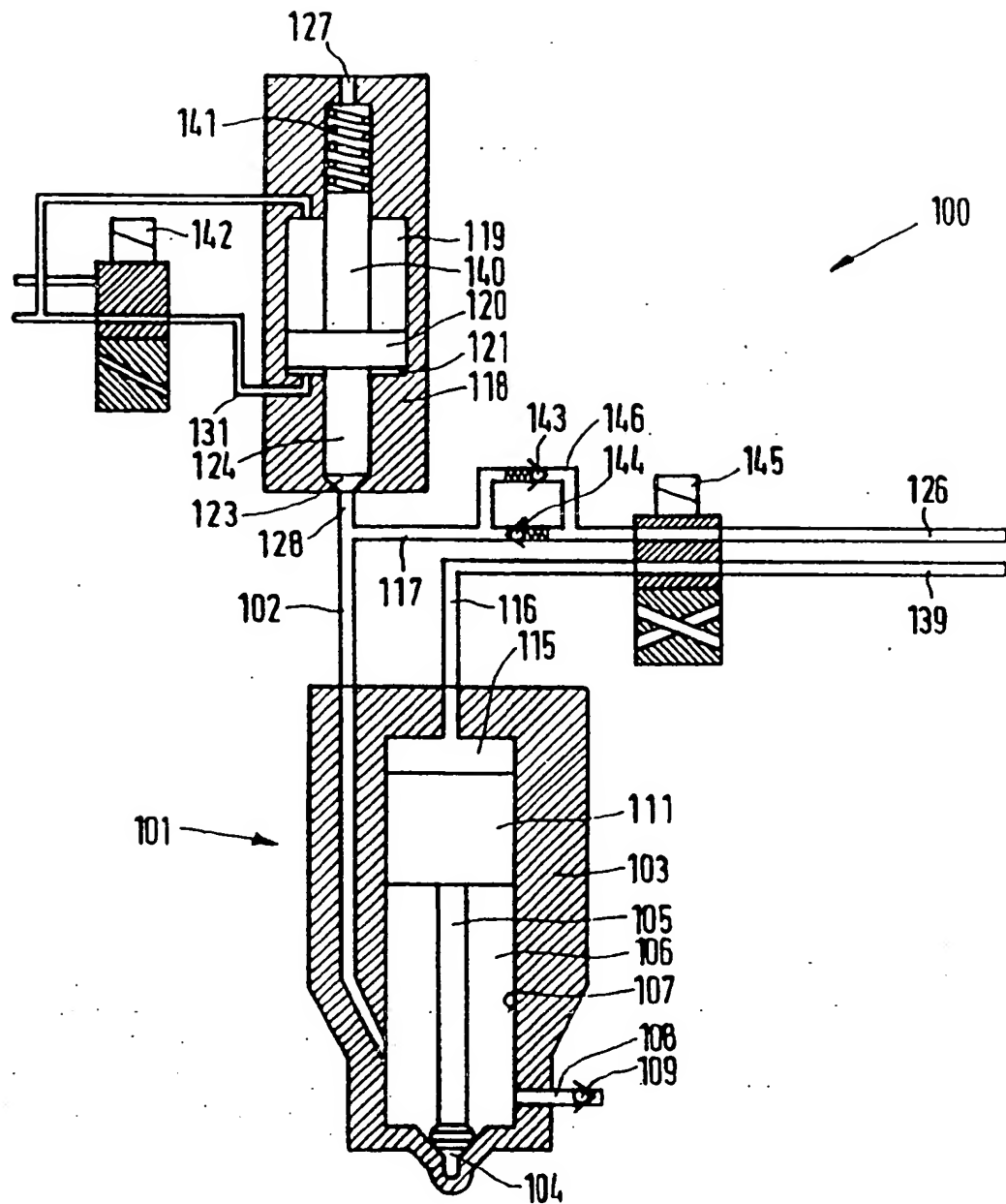


FIG. 16



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No

PCT/cP 95/00497

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 F02M43/04 F02M47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 782 794 (B.D. HSU) 8 November 1988 see column 12, line 44 - column 20, line 42; figures 4,5,5A -----	1,5,16



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 May 1995

Date of mailing of the international search report

09.06.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Hakhverdi, M

Interns      Application No  
PCT/EP 95/00497

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: des Aktenzeichen

PCT/EP 95/00497

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 F02M43/04 F02M47/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 782 794 (B.D. HSU) 8.November 1988 siehe Spalte 12, Zeile 44 - Spalte 20, Zeile 42; Abbildungen 4,5,5A -----	1,5,16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29.Mai 1995

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09.06.95

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hakhverdi, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 95/00497

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4782794	08-11-88	KEINE	